

THÈSE DE
PARIS.
1888
N^o. 116.

610

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

HENRI PROUHO

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES
LICENCIÉ DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS
PRÉPARATEUR AU LABORATOIRE DE BANYULS-SUR-MER.

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES SUR LE *DOROCIDARIS PAPILLATA* ET QUELQUES
AUTRES ÉCHINIDES DE LA MÉDITERRANÉE.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 24 février 1888, devant la Commission d'examen

MM. HÉBERT, *Président.*

DE LACAZE-DUTHIERS, } *Examineurs.*
BONNIER, }

PARIS

TYPOGRAPHIE A. HENNUYER

RUE DARCET, 7

1888

SÉRIE A. N° 103

N° D'ORDRE

610

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

HENRI PROUHO

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES
LICENCIÉ DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS
PRÉPARATEUR AU LABORATOIRE DE BANYULS-SUR-MER.

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES SUR LE DOROCIDARIS PAPILLATA ET QUELQUES
AUTRES ÉCHINIDES DE LA MÉDITERRANÉE.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 24 février 1888, devant la Commission d'examen

MM. HÉBERT, *Président.*

DE LACAZE-DUTHIERS, } *Examineurs.*
BONNIER, }

PARIS

TYPOGRAPHIE A. HENNUYER

RUE DARCET, 7

1888

ACAD.
UGD. BAT.
BIBL.

ACADÉMIE DE PARIS

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

MM.

DOYEN.....	HÉBERT.....	Géologie.
PROFESSEUR {	PASTEUR.	
HONORAIRE... {	DUCHARTRE.	
	DE LACAZE-DUTHIERS.....	Zoologie, Anatomie, Physiologie comparée.
	HERMITE	Algèbre supérieure.
	TROOST.....	Chimie.
	FRIEDEL.....	Chimie organique.
	O. BONNET.....	Astronomie.
	DARBOUX.....	Géométrie supérieure.
	DEBRAY.....	Chimie.
	TISSERAND.....	Astronomie.
	LIPPMANN.....	Physique.
PROFESSEURS.	HAUTEFEUILLE.....	Minéralogie.
	BOUTY.....	Physique.
	APPELL.....	Mécanique rationnelle.
	DUCLAUX.....	Chimie biologique.
	BOUSSINESQ.....	Mécanique physique et expérimentale.
	PICARD.....	Calcul différentiel et calcul intégral.
	POINCARÉ.....	Calcul des probabilités.
	Y. DELAGE.....	Zoologie, Anatomie et Physiologie comparées.
	BONNIER.....	Botanique.
	DASTRE.....	Physiologie.
PROFESSEURS {	WOLF.....	Physique céleste.
ADJOINTS.... {	CHATIN.....	Zoologie, anatomie, physiologie comparée.
SECRÉTAIRE..	PHILIPPON.	

A M. H. DE LACAZE-DUTHIERS

MEMBRE DE L'INSTITUT

FONDATEUR DES STATIONS ZOOLOGIQUES DE ROSCOFF ET DE BANYULS-SUR-MER.

CHER ET HONORÉ MAITRE,

Depuis le jour où vous avez bien voulu m'admettre dans votre laboratoire de la Sorbonne, vos bienveillants encouragements n'ont cessé de me soutenir dans l'étude d'une science nouvelle pour moi, vers laquelle m'avaient entraîné vos attrayantes leçons. Plus tard, lorsque j'ai voulu essayer mes propres forces, vous m'avez ouvert vos stations maritimes et vous m'avez honoré d'une haute marque de confiance en m'attachant à l'une d'elles.

Je n'ai pu, jusqu'ici, vous donner en retour que mon entier dévouement; vous me permettrez de vous offrir aujourd'hui la dédicace de ce premier travail, que je vous prie d'accepter comme l'hommage de ma profonde reconnaissance.

HENRI PROUHO.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

RECHERCHES

SUR

LE DOROCIDARIS PAPILLATA

ET

QUELQUES AUTRES ÉCHINIDÈS DE LA MÉDITERRANÉE

PAR

HENRI PROUHO
Préparateur au laboratoire Arago.

INTRODUCTION.

Comment, après tant d'autres, ai-je été amené à entreprendre de nouvelles recherches sur l'anatomie des Echinides? C'est ce que je vais essayer d'expliquer en quelques mots.

Les types d'Oursins, dont l'organisation a été approfondie par mes devanciers, sont principalement les espèces côtières, c'est-à-dire celles que le naturaliste peut se procurer le plus aisément. C'est ainsi que Tiedemann, Valentin, Hoffmann, Perrier, Teuscher, Kœhler, se sont adressés de préférence à des genres plus ou moins voisins du genre actuel *Echinus*.

Après tous ces travaux, il était naturel de considérer l'organisation d'un *Echinus* comme étant connue, et bien connue; mais il était tout aussi naturel de se demander s'il n'y avait pas quelques notions nouvelles à acquérir par l'étude anatomique d'un type appartenant à une famille différente et bien caractérisée.

Les embarcations du laboratoire Arago rapportent souvent du large un Cidaridien, sur lequel mon vénéré maître, M. de Lacaze-

Duthiers, voulut bien attirer mon attention. Les conditions que m'offrait le laboratoire pour l'étude de ce bel Echinide étaient exceptionnelles ; je ne pouvais laisser échapper une occasion si favorable et je commençai mes recherches.

Devais-je espérer recueillir de l'étude de ce *Cidaris* de nombreux faits nouveaux et intéressants ? Je ne m'en préoccupai pas et je considérai que je ne ferais pas une œuvre inutile en essayant une étude approfondie d'un être insuffisamment connu au point de vue anatomique et qui représente dans nos mers actuelles une de splus anciennes familles d'Échinides qui aient vécu dans les temps géologiques.

Mon intention première était donc de publier une monographie du *Dorocidaris*, espérant que l'étude de ce seul type me permettrait de répondre à toutes les questions que j'avais l'intention d'aborder.

Je n'ai pu me restreindre à ce programme, et, comme on le verra par la suite, j'ai dû m'adresser quelquefois à d'autres genres choisis parmi les Échinienç. Bien plus, j'ai été conduit, pour ainsi dire malgré moi, à m'occuper d'un *Spatangide* le jour où, voulant vérifier par moi-même certains faits énoncés par les auteurs, j'ai reconnu ces faits inexacts ou incomplètement observés.

La base de ce travail n'en restera pas moins une étude à peu près complète du *Dorocidaris papillata*, point de départ de mes recherches.

Je ne consacrerai pas un chapitre spécial à l'histoire des travaux antérieurs.

Un historique doit, à mon avis, être absolument complet, sinon il n'a plus sa raison d'être. Dans ces conditions, il serait ici très long, fastidieux et d'une utilité contestable.

En outre, il devrait contenir l'exposé des discussions et polémiques que l'organisation des Oursins a provoquées dans ces dernières années, ce qui nécessiterait les citations presque *in extenso* des notes échangées entre les divers anatomistes. Je crois pouvoir me dispenser d'entreprendre ce travail, me réservant de critiquer en

temps opportun ceux des travaux qui se rattachent aux sujets des différents chapitres de ce mémoire, en tête duquel je placerai un aperçu de la faune échinologique des côtes du Roussillon.

Cet aperçu consistera en une simple énumération dans leur ordre bathymétrique naturel des espèces qui ont été recueillies dans les parages explorés jusqu'à ce jour par la balancelle du laboratoire Arago.

Les caractères génériques ou spécifiques des Échinides énumérés se trouvent décrits tout au long dans les importants travaux d'A. Agassiz, il serait donc superflu de les reproduire ici.

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.

STRONGYLOCENTROTUS LIVIDUS (BR.).

Il abonde de 0 à 10 mètres¹ de profondeur dans la baie de Banyuls; les Catalans le nomment *Engarotta*; ils en sont très friands et en font une grande consommation. L'animal se niche dans des trous pratiqués dans les schistes submergés des falaises.

Est-ce l'Oursin qui fait lui-même son trou, et, dans ce cas, comment le fait-il? Est-ce plutôt le trou qui, par le développement continu d'algues calcaires, se constitue peu à peu autour de l'Oursin, qui a d'abord élu domicile dans une dépression *préexistante* du rocher? Personne, que je sache, n'a répondu à ces questions d'une manière irréfutable, et, quant à moi, je préfère m'abstenir pour le moment.

SPHŒRECHINUS GRANULARIS (A. AG.).

Ce bel Oursin, qui vit à la limite inférieure de la zone à *Strg. lividus*, est, en général, d'un beau violet foncé; mais on rencontre assez fréquemment une variété blanche. La couleur de cette variété

¹ Ces cotes n'ont et ne peuvent avoir qu'une exactitude relative.

est uniquement due [aux piquants ; la teinte violette persistant toujours sur le test, les tentacules et les pédicellaires.

Le *Sph. granularis* est beaucoup moins abondant que le précédent.

ECHINUS MICROTUBERCULATUS (DE BL.).

Cette petite espèce se rencontre à 15 ou 20 mètres de profondeur et plus bas. Très disséminée sur les fonds qui ont été explorés, il est difficile de lui assigner un habitat préféré. Les plus grands échantillons que j'ai eus ne dépassaient pas 4 centimètres ; la teinte générale est toujours verdâtre, avec des bandes rosées plus ou moins apparentes.

ECHINUS ACUTUS (LAM.).

Commence à 20 mètres environ et descend à 60 et 95 mètres de fond, ce qui ne doit pas surprendre, puisque le *Challenger* l'a recueillie par 1350 brasses¹.

L'*E. acutus* est très répandu sur les côtes du Roussillon et on le voit ; la profondeur à laquelle il habite est très variable ; il semble, d'ailleurs, rechercher les fonds de sable coquilliers et fuir la vase.

Dans cette région de la Méditerranée, il présente bien les caractères que lui assigne A. Agassiz² ; mais il faut se tenir en garde contre celui qui ressort de la forme du test, car elle est essentiellement variable. Tantôt l'animal est franchement conique vers l'apex, tantôt il est, dans cette même région, presque complètement sphérique.

Un caractère, très secondaire sans doute, mais qui ne fait jamais défaut, c'est celui de la coloration du test, qui offre toujours des bandes d'un rouge plus ou moins vif. Les piquants eux-mêmes sont quelquefois presque entièrement rouges, plus souvent lavés de jaune et un peu de vert ; ils sont toujours acérés, excepté sur le pôle oral, où ils sont aplatis à leur extrémité.

¹ A. AGASSIZ, *Report on the scientific results of the Voyage of H.-M.-S. Challenger.*

² A. AGASSIZ, *Revision of the Echini.*

Chez les jeunes, ils sont très longs et arrivent à égaler presque le diamètre du test.

ECHINUS MELO (LAM.).

C'est vers 45 mètres et plus profondément que l'on trouve cette belle espèce, confondue quelquefois avec l'*E. acutus*, et qui se laisse cependant distinguer de ce dernier par des caractères de peu de valeur, il est vrai, mais constants.

Le test de l'*E. melo* est plus épais et sa teinte n'est jamais aussi rouge que chez l'*E. acutus*. Sa forme est généralement plus globuleuse. Les piquants sont toujours verdâtres, les primaires étant disposés en rangées bien distinctes, ce qui n'a pas lieu chez l'*E. acutus*. Les piquants secondaires sont plus nombreux, ainsi que les pédicellaires, d'où il résulte que le test est moins nu que chez ce dernier.

Ces caractères ressortent bien de la comparaison des deux types, qui, examinés côte à côte, ne peuvent être confondus.

Ces quelques remarques concordent avec celles que M. Kœhler¹ a été conduit à faire au sujet des deux espèces dans le golfe de Marseille. On peut donc affirmer qu'il y a lieu de continuer à les distinguer sur notre littoral méditerranéen.

L'*E. melo* est rare sur les côtes de la Catalogne française. Il a été pêché au cap Abeille par 45 mètres sur un fond de rochers. Par contre, il est fréquent sur les côtes espagnoles, où le bateau du laboratoire l'a recueilli à la pointe du cap Creux, par 90 mètres, sur un fond coralligène. Dans ces mêmes parages, l'*E. acutus* est plus rare que sur les côtes françaises. Ces deux espèces paraissent s'exclure l'une l'autre.

DOROCIDARIS PAPILLATA (A. AG.).

Il est souvent associé à l'*E. acutus* dans les parages qui ont été

¹ Recherches sur les Echinides des côtes de Provence (1883).

explorés; mais comme il ne remonte jamais aussi haut, nous le plaçons le dernier.

Les pêcheurs de Banyuls connaissent fort bien ce bel Échinide; ils l'appellent en catalan *Courouno*, qui signifie *couronne*, *diadème*.

On le rencontre au large de Banyuls à partir d'une profondeur de 60 mètres; cependant c'est surtout dans les fonds de 100 mètres environ qu'il est abondant. Là il vit soit sur un fond de sable coquillier, soit sur un fond coralligène.

Les échantillons rapportés par les pêcheurs qui traînent le *chalut* sont souvent en mauvais état, cela tient à ce qu'ils sont traînés pendant des heures, accrochés aux mailles du filet.

Il n'en est pas de même pour les individus rapportés par la balance du laboratoire, qui, les pêchant à l'aide du *faubert*, les ramène en parfait état de conservation.

SPATANGIDES. — Ce groupe est représenté par les espèces suivantes :

ECHINOCARDIUM CORDATUM (GRAY).

Cette espèce a été recueillie à 2 mètres de profondeur; on ne saurait dire jusqu'à quelle cote elle descend, car il est très difficile de la ramener à la drague. Les seuls échantillons que j'ai eus vivants, ont été pris dans l'anse de Fontaulé par mon excellent ami M. Costes, qui a fait cette bonne prise le premier jour où il a revêtu le scaphandre.

La vague rejette parfois à la plage de nombreux tests de ces Spatangides, mais il est à remarquer que c'est toujours pendant de violentes tempêtes, ce qui semble bien démontrer qu'ils peuvent s'enfoncer profondément dans le sable fin où ils vivent.

A. Agassiz distingue de l'*E. cordatum* l'*E. mediterraneum*; j'ai eu entre les mains des individus qui m'ont paru présenter les caractères de cette dernière espèce, mais j'avoue ne pouvoir me résoudre à la séparer de l'*E. cordatum*.

SCHIZASTER CANALIFERUS (A. AG.).

Le premier échantillon de cette belle espèce, qui a été rapporté vivant au laboratoire, a été recueilli dans le port de Port-Vendres par M. le docteur Pruvot, dans une de ses nombreuses excursions sous-marines.

Le Schizaster habite là, par 40 mètres de fond, une vase noire d'une extrême finesse. D'autres échantillons, également en très bon état, ont été, depuis lors, dragués à l'entrée du port par 20 mètres environ.

SPATANGUS PURPUREUS (LESKE).

On le drague également à l'entrée du port de Port-Vendres dans un fond de sable par 15 à 20 mètres. Cette espèce habite les profondeurs beaucoup plus considérables où vivent les Dorocidaridés, par 90 mètres, et là elle est extrêmement abondante.

Ce *Spatangus purpureus* du large reste toujours notablement plus petit que celui de la côte, en outre, il est généralement plus aplati et très souvent déformé de façons bizarres. D'ailleurs, il ne présente pas d'autres caractères distinctifs.

ECHINOCARDIUM FLAVESCENS (A. AG.).

Il vit par 30 mètres environ sur un sable coquillier et coralligène, non loin de la côte, au sud-est de la baie de Banyuls. Il est toujours de petite taille.

BRISSOPSIS LYRIFERA (A. AG.).

La balancelle de la station l'a recueilli vivant à la pointe du cap de Creux, dans les eaux espagnoles. en même temps que l'*E. melo*, par 90 mètres de profondeur. Ce charmant Spatangide existe très certainement à l'est de Banyuls dans les eaux françaises, car le

chalut ou la drague en ont souvent rapporté des tests dépouillés de leurs piquants.

Toutes les espèces que je viens d'énumérer ont été recueillies bien vivantes, et ont vécu dans les aquariums du laboratoire; il me reste à mentionner le seul Echinide que je n'ai jamais pu avoir qu'à l'état de dépouille.

C'est l'*Echinocyamus pusillus* (Gray), unique représentant du groupe des Clypeastres, sur les côtes de la Catalogne.

J'ai eu l'occasion de l'observer à l'état vivant à Roscoff, où il habite un sable coquillier très caractérisé; j'ai retrouvé ce sable sur certains points des côtes roussillonnaises, et je suis intimement convaincu que l'*E. pusillus* ne tardera pas à être rapporté en bon état par les embarcations du laboratoire.

ÉTUDE DU DOROCIDARIS PAPILLATA.

On trouvera dans cette étude, non seulement l'histoire détaillée d'un Cidaridien, mais encore l'exposé de recherches sur quelques Echiniens, faites dans le but de résoudre certaines questions intéressant le groupe entier des Réguliers.

L'utilité de ces recherches s'est imposée toutes les fois que le Dorocidaris n'a pas offert lui-même des conditions favorables à l'observation.

CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET MŒURS.

I. — Le *Dorocidaris papillata* a été souvent figuré; Della Chiaje¹ en a donné un dessin quelque peu enfantin, A. Agassiz² en a publié d'excellentes photographies. Müller³ et surtout Loven⁴ ont donné

¹ *Animali s. vert. d. regno di Napoli*, 1829.

² *Revision of the Echini*, 1872.

³ *Über den bau der Echinodermen*, 1853.

⁴ *Etudes sur les Echinoïdées*, 1874.

de très bonnes figures se rapportant à la structure du test. Il serait donc superflu de le représenter encore une fois dans ce mémoire.

Nous ne discuterons pas les caractères du sous-genre *Dorocidaris*, ce serait sortir des limites que nous nous sommes tracées. On les trouvera indiqués par Agassiz lui-même dans sa « Revision of the Echini ».

Nous nous bornerons à rappeler brièvement, et pour mémoire, les traits principaux de la structure d'un test de *D. papillata*, en remarquant qu'il peut être pris comme type de la famille des *Cidaridés*, dont tous les membres actuels présentent une si grande conformité de structure que l'on est en droit de se demander s'il ne conviendrait pas de les confondre tous dans le genre *Cidaris*, en ne les distinguant que par des caractères spécifiques.

Les plaques coronales interambulacraires sont grandes et en petit nombre; elles portent un seul tubercule primaire dont le mamelon est percé d'un trou (pl. XIV, fig. 4), les tubercules secondaires sont situés tout autour des aires scrobiculaires.

Les *interradii* des plus grands individus que j'ai observés ne présentaient pas plus de neuf plaques sur une même rangée méridienne, ou si l'on veut, il n'y a jamais plus de neuf assises de plaques interambulacraires.

Le nombre de ces plaques, cela va sans dire, ne saurait être caractéristique; si je l'indique pour le *Dorocidaris*, c'est pour mieux fixer les idées. Toutefois je ne crois pas qu'il existe de *Cidaris* actuel chez lequel ce nombre neuf soit de beaucoup dépassé¹.

Au contraire, les plaques ambulacraires ou radiales sont très petites et très nombreuses, toujours simples, percées d'une seule paire de pores et disposées régulièrement les unes au-dessus des autres. Elles portent de petits tubercules secondaires.

Les pores ambulacraires du test proprement dit se continuent

¹ Quand je désignerai, sans plus d'explication, une plaque coronale par 1, ce chiffre se rapportera à l'une *quelconque* des plaques bordant le péristome; la plaque 2 vient ensuite et ainsi jusqu'à l'apex.

sans interruption sur la membrane péristomienne jusqu'à son bord interne, et cette membrane est recouverte de plaques calcaires absolument caractéristiques, ayant une tout autre signification que les écailles développées sur la membrane péristomienne de quelques Echinides : *Echinus sphæra*, *E. microtuberculatus*, etc.

Ces plaques, la chose paraît hors de doute¹, au moins pour les radiales, sont chez les Cidaris de véritables plaques ambulacraires, tandis que chez les Echinidés, elles n'ont aucun rapport morphologique avec celles du test lui-même.

A ces caractères de premier ordre, il faut en ajouter un qui n'a pas une moindre importance ; c'est l'absence *complète* d'entailles branchiales sur le bord du péristome.

L'appareil apical a un diamètre au moins égal à celui du péristome. Les plaques génitales sont à très peu près égales entre elles, la membrane anale est entièrement couverte de petites plaques, l'anus est central (pl. XVIII, fig. 1).

Les piquants du Dorocidaris sont de deux sortes ; les uns *primaires* sont caractérisés, comme chez tous les Cidaridés, par une couche corticale très dure. Ils sont exclusivement portés par les plaques interambulacraires sur le tubercule primaire desquelles ils sont articulés. Leur ornementation consiste en petites aspérités en dents de scie, disposées sur des lignes longitudinales se continuant jusqu'au sommet du piquant.

Chez un adulte, les radioles des plaques interambulacraires 1, 2, et 3 sont plus ou moins aplaties, le piquant le plus ancien, c'est-à-dire celui de la plaque 1, étant le plus court, le plus grêle et le plus plat. A partir du troisième, les piquants offrent une section circulaire, ils sont légèrement coniques, et leur longueur va en augmentant jusqu'à l'équateur pour diminuer ensuite jusqu'au pôle apical.

La longueur de la plus grande radiole, chez un adulte intact, a environ deux fois le diamètre du test.

¹ LOVEN, *loc. cit.*

Aux différences que nous venons de constater dans la longueur et la forme des radioles d'un même individu, s'ajoutent des différences de coloration.

Les unes sont d'une belle teinte rouge, d'autres sont seulement rosées, certaines sont rouges au sommet, incolores à la base (pl. XV, fig. 14); d'autres enfin sont complètement décolorées et sont d'une teinte sale. Ces dernières sont presque toujours envahies par une faune spéciale.

Ce sont des Hydraïres, des Serpules, des Cirripèdes (*Scalpellum* et *Alepas*), qui, le plus ordinairement, se fixent sur les piquants du *Dorocidaris* comme ils auraient pu le faire sur tout autre support.

Enfin je signalerai un ornement très original que portent parfois les radioles; c'est une petite valve de Lamellibranche, transpercée par le piquant et disposée à sa base, non loin du collet, comme la garde de certaines vieilles rapières. C'est toujours sur un des piquants de l'hémisphère oral que l'on rencontre ces petites coquilles dont j'expliquerai la présence dans un instant.

Les piquants secondaires, toujours dépourvus de couche corticale, sont petits, plats, marqués d'une striation longitudinale. Ils sont disposés autour des piquants primaires, dont ils ne dépassent guère le bourrelet (pl. XV, fig. 6), dans les zones ambulacraires en lignes régulières, sur les plaques génitales, ocellaires, anales et péristomiennes.

On le voit, il n'y a pas de plaque, si petite qu'elle soit, qui ne porte au moins un de ces petits piquants dont le mode de distribution correspond à une fonction bien définie.

Leur couleur est toujours blanche, lavée de jaune-paille, et c'est en somme eux qui donnent la teinte générale de l'animal.

La teinte jaune-paille très clair est l'indice d'une bonne santé chez un *Dorocidaris*; c'est là une couleur normale.

Si l'animal devient brunâtre, c'est mauvais signe, et s'il se développe par places des taches vertes, c'est que l'Oursin ne tardera pas à être envahi par la putréfaction.

II. — Grâce aux conditions exceptionnellement favorables qui sont réalisées au laboratoire Arago, il m'a été facile d'observer sinon complètement, du moins en partie, les mœurs du *D. papillata*.

Fait intéressant, de tous les Echinides dont la liste se trouve au début de ce mémoire, le *Dorocidaris* est celui qui s'acclimata le mieux en captivité.

Transporté brusquement d'une pression d'au moins 7 atmosphères à la pression de 1 atmosphère, le *Dorocidaris* ne paraît pas en souffrir ; il vit et se nourrit sous quelques centimètres d'eau bien aérée, beaucoup mieux que nos espèces côtières, et cela, non pas pendant quelques jours, mais pendant trois, quatre et huit mois. Je retrouve dans mes notes le fait suivant qui paraît d'autant plus étonnant que, somme toute, il s'agit d'un animal habitué aux grands fonds.

Quelques individus étaient en observation dans un bac de 15 centimètres environ de profondeur. Une nuit, un des *Cidaris* est parvenu à s'échapper et est tombé sur le sol où je l'ai retrouvé le lendemain matin. Depuis combien de temps était-il ainsi hors de l'eau ? je l'ignore, mais il était presque desséché extérieurement. Pour moi, l'animal était mort, cela ne faisait pas de doute. Je ne sais pourquoi j'eus l'heureuse idée de le rejeter dans son aquarium, et quelle ne fut pas ma surprise de voir, au bout de quelques minutes, cet individu se mouvoir activement et présenter tous les caractères d'une parfaite santé. L'animal était bien vivant et est resté en parfait état jusqu'au moment où je l'ai sacrifié, c'est-à-dire quinze jours après.

Le *Dorocidaris* paraît donc indifférent à la pression extérieure, du moins dans les limites que je viens d'indiquer ; c'est un être de plus à ajouter à la liste de ceux qui supportent sans en souffrir de grandes et subites décompressions.

Mon excellent collègue et ami, M. le docteur Joubin, a constaté un fait analogue chez les *Cranies*, qu'il a si bien étudiées, et, sans en faire l'énumération, je dirai que les espèces ayant donné lieu à des observations de ce genre au laboratoire Arago sont nombreuses

et variées. Les Hydraïres, Serpules et Cirripèdes, qui vivent fixés sur les radioles du Dorocidarïs, à 90 et 100 mètres de profondeur, se contentent très bien de 10 centimètres d'eau.

Le Dorocidarïs adulte se meut à l'aide de ses piquants primaires ; les tubes ambulacraires ne sont pour lui que des organes locomoteurs accessoires.

Placé sur un plan horizontal, l'animal peut se déplacer dans n'importe quelle direction en se servant des radioles situées de part et d'autre du plan dans lequel il veut se mouvoir. Ces radioles latérales sont alors autant de béquilles dont le Cidarïs se sert très adroitement, tandis que celles de l'avant, immobiles, semblent tendues vers le but.

Les seuls piquants qui peuvent servir à la locomotion sur un plan horizontal sont situés sur l'hémisphère oral, les autres sont incapables d'atteindre le sol. Dans ce mouvement, on ne voit jamais les tentacules du pôle oral s'attacher au sol, surtout si l'animal veut marcher vite.

Mais ce n'est pas seulement sur un plan horizontal que le Dorocidarïs chemine ainsi avec la plus grande facilité ; il gravit de la sorte les obstacles qui se trouvent sur son passage, si ceux-ci présentent assez d'aspérités pour donner de bons points d'appui à l'extrémité des piquants locomoteurs.

Il y a plus, et si je ne craignais pas que l'expression ne parût triviale, je dirais que le Dorocidarïs excelle à grimper au mât de cocagne. J'ai maintes fois montré aux travailleurs venus au laboratoire Arago, en 1885, certains de ces animaux qui, à l'aide de leurs seuls piquants, étaient montés le long d'un tube de verre de 1 centimètre et demi de diamètre, placé verticalement dans le bassin de la salle d'aquarium. C'est en embrassant étroitement le tube avec leurs piquants adoraux qu'ils réalisaient très aisément cette sorte de tour de force.

Dans une autre circonstance, alors qu'on les avait parqués dans une partie de ce même bassin, on voyait les Dorocidarïs grimper le

long du treillage en fil de fer qui formait la séparation. Il est de toute évidence que, dans un cas comme dans l'autre, les tubes ambulacraires ne pouvaient être d'aucun secours.

Ceux-ci, avons-nous dit, ne sont que des organes locomoteurs accessoires; cela tient à deux causes principales. La première, c'est que leur ventouse terminale est peu développée; la deuxième résulte de ce que les pores ambulacraires ne se sont pas multipliés sur la face orale par l'élargissement des zones radiales, contrairement à ce qui a lieu chez la plupart des autres Oursins chez lesquels la face orale s'est de plus aplatie pour faciliter la locomotion à l'aide des tubes ambulacraires.

A. Agassiz¹ a signalé que l'*Arbacia* pouvait se mouvoir à l'aide de ses piquants; je n'ai pu observer cet animal vivant, et je ne doute pas de l'observation du savant professeur de Cambridge. Je crois même que l'on peut ajouter: « *tous les Oursins* sont capables de se mouvoir à l'aide de leurs piquants. » Mais les mouvements ainsi réalisés sont de peu de durée, et peut-être irréfléchis.

Pour tous les Echinidés latistellés, les tubes ambulacraires sont les vrais organes locomoteurs; le rôle des piquants est accessoire.

Pour le *Dorocidaris*, les radioles sont les vrais organes locomoteurs; le rôle des tubes ambulacraires est accessoire.

Les tentacules oraux d'un *Dorocidaris* adulte ne sont ni assez nombreux ni assez forts pour développer une adhérence qui permette à l'animal de s'élever sur un plan vertical. Chez les jeunes, de 1 centimètre et demi de diamètre, il n'en est pas de même, car ceux-ci peuvent se soutenir aisément le long des parois d'un bocal.

Le rapport de la force d'adhérence au poids du corps diminue à mesure que l'animal grandit.

Maintenant que nous connaissons la façon de se mouvoir du *D. papillata*, nous pourrions comprendre pourquoi l'on trouve de temps en temps à la base des radioles adorales les petites coquilles dont il

¹ *Loc. cit.*

a été question plus haut. Le *D. papillata*, avons-nous dit, habite fréquemment des fonds coquilliers ; or, parmi les nombreuses valves de Lamellibranches qui sont répandues sur ces fonds, il en est beaucoup qui ont été habilement perforées par quelque Gastéropode carnassier, et il arrive alors parfois que le Cidaris, en cheminant sur ce sable, engage l'extrémité d'un de ses piquants locomoteurs dans le trou d'une de ces coquilles qu'il emporte avec lui.

Pour compléter nos observations sur la locomotion de l'Oursin, qui nous occupe, prenons un individu avec tous ses piquants intacts et plaçons-le, la bouche en haut, sur un sol horizontal ; au bout de quelques minutes, il se sera retourné et aura repris sa position normale.

Il est vraiment curieux de voir un Dorocidarid (se retourner de la sorte à l'aide de ses seules radioles (les tentacules ambulacraires ne peuvent lui être d'aucun secours, puisque, comme nous le verrons plus loin, ils sont sur l'hémisphère aboral, complètement dépourvus de ventouses).

On voit d'abord l'animal s'affaisser sur ses piquants aboraux, puis explorer le liquide ambiant avec ses longues baguettes, sans doute pour chercher un obstacle qui lui faciliterait singulièrement la besogne. Ne trouvant pas cet obstacle, le Dorocidarid prend résolument son parti et le voilà qui se met à l'œuvre.

Combinant alors adroitement le jeu de ses radioles, il arrive après quelques efforts à donner à son plan équatorial, d'abord horizontal, une position oblique. Le mouvement continue dans le même sens et ce plan ne tarde pas à devenir à peu près vertical. A ce moment, l'animal dirige toutes les radioles sur lesquelles il ne repose pas vers son pôle oral, et, par cette manœuvre, il arrive lentement, mais sûrement, à déplacer suffisamment son centre de gravité pour retomber sur sa bouche. Certains piquants primaires cumulent avec la fonction locomotrice une autre fonction non moins évidente ; je veux parler des radioles aplaties des plaques corales 1 et 2, qui sont incontestablement des organes de préhension ; c'est avec eux que le

Dorocidaris saisit et retient vigoureusement sa proie. J'ai maintes fois répété cette observation. Remarquons, d'ailleurs, que ces piquants des plaques 1, 2, et même 3, sont très bien disposés pour remplir cette nouvelle fonction, car la direction de leur tubercule les porte à s'incliner tout naturellement vers la bouche.

Les radioles ne servent-elles pas, en outre, à protéger l'animal? Il serait mal aisé de soutenir la négative, et sans doute elles doivent, dans quelques cas, tenir à distance certains ennemis; mais, ce que je puis affirmer, c'est que ces longs piquants sont une protection bien inefficace contre les jeunes Mulets (*Mugil*) et les *Asterias glacialis*.

Les premiers arrivent par des morsures successives à arracher aux Cidaris tous les appendices du test, grands et petits; les seconds les dévorent dans l'espace de deux ou trois heures, après les avoir étroitement enveloppés de leurs bras, sans souci aucun des piquants. Je cite l'observation :

Au mois de mars 1883, je plaçai trois Dorocidaris dans un bac où vivaient depuis plusieurs mois des *Asterias glacialis*. Une demi-heure après, chacun de ces Oursins était devenu la proie d'une ou plusieurs Astéries, et, lorsque celles-ci eurent fini leur repas, il ne resta que les tests des Cidaris, aussi bien nettoyés que s'ils avaient séjourné plusieurs jours dans la potasse.

Les piquants secondaires sont exclusivement des organes protecteurs et ils sont admirablement disposés en vue de cette fonction. L'orifice anal, les pores génitaux, les trous ocellaires sont protégés par eux; ce qui, soit dit en passant, est fort gênant pour l'observation de ces derniers.

Les aires ambulacraires sont pourvues de deux rangées de ces petits piquants, qui, à la moindre excitation des tentacules et lorsque ceux-ci se rétractent, se rabattent de façon à les masquer presque entièrement. Quant à ceux des zones interambulacraires, ils sont distribués tout autour des radioles, dont ils protègent la base en se rabattant contre elles, et formant ainsi une sorte de palissade conique impénétrable.

Un Dorocidaris se sentant à l'abri de tout danger, dans une eau bien aérée, chemine constamment de côté et d'autre, sans doute en quête de nourriture. Il présente alors ses tentacules ambulacraires bien étendus et fait fonctionner ses longues baguettes, comme il a été dit. Les piquants secondaires qui entourent la base des radioles restent convenablement redressés pour laisser un libre fonctionnement à ces dernières et ceux des aires ambulacraires sont également relevés pour ne point gêner les tentacules.

Vient-on à surprendre l'animal dans cet état d'épanouissement en le blessant légèrement avec un corps étranger, on le voit rabattre immédiatement ses piquants secondaires, chacun sur l'organe qu'il a mission de protéger ; les radioles se raidissent sur leur tubercule ; le hérisson-de-mer *se met en boule*.

Les détails que je viens de donner paraîtront peut-être un peu longs ; je ne les crois pas inutiles à une époque où il semble qu'on néglige les observations les plus faciles à faire.

En 1838, L. Agassiz¹ disait, après avoir rapporté qu'il avait vu chez M. Forbes un Oursin grimper à l'aide de ses tubes le long des parois verticales d'un bocal en verre parfaitement lisse : « Il reste à savoir si, chez les Cidaris à longs piquants, ces baguettes ne sont pas le principal organe de mouvement... »

Je crois avoir suffisamment répondu à cette question.

III. — Le Dorocidaris se nourrit de substances animales. Dans les parages où je l'ai recueilli, il paraît se nourrir surtout d'Eponges et de Gorgones, dont les spicules abondent dans ses excréments.

En captivité, je l'ai vu manger les animaux les plus divers : Poissons, Crustacés, Annélides, Eponges et Gorgones sur lesquelles il grimpe tout à son aise. Il semblerait donc résulter de ces observations que le Dorocidaris se contente de la nourriture qu'il trouve, pourvu qu'elle soit animale. Et, à ce propos, il est bon de remar-

¹ L. AGASSIZ, *Monographies d'Echinodermes vivants et fossiles*. Neuchâtel, 1838.

quer que les Oursins paraissent s'accommoder de tous les régimes.

Le *Strongylocentrotus* de nos côtes est, à bon droit, considéré comme se nourrissant d'algues; or, quand on le met en aquarium et que la faim le pousse, il n'est pas rare de le voir s'attaquer à ses semblables. Il choisit ceux qui présentent sur leur test une surface dénudée accidentellement et, de proche en proche, ronge tout l'épiderme de sa victime.

Un *Dorocidaris* accidentellement dépouillé de tous ses piquants primaires adoraux est condamné à mourir de faim; toutefois, même dans ces conditions, il résiste très longtemps.

L'expérience a été réalisée, je dois le dire, malgré moi, dans les bassins du laboratoire où j'avais eu l'imprudence de faire vivre, en même temps que les *Dorocidaris*, de jeunes Mulets (*Mugil*). Les Oursins furent, au bout de peu de jours, complètement dépouillés de leurs piquants par les poissons; je supprimai ces derniers et je conservai les *Dorocidaris* en observation. Six mois après, ils vivaient encore. Au bout de ce temps, j'en mis une partie dans l'alcool et je continuai à observer les autres. Après huit mois de jeûne et de complète immobilité, ces derniers n'étaient pas envahis par la putréfaction; ils vivaient toujours.

Je crois pouvoir affirmer que jamais une pareille vitalité n'a été observée chez aucun Oursin de nos côtes. Ajoutons à cela que le *Dorocidaris* résiste plus que tout autre Oursin à l'action d'une eau corrompue et qu'il vit encore quelque temps dans un bac infesté, où le *Strg. lividus*, le *Sphærechinus granularis*, l'*Echinus acutus*, etc., ont résisté quelques heures à peine.

Cette prodigieuse vitalité, dont le pourquoi nous échappe, tous mes collègues venus au laboratoire de Banyuls l'ont observée comme moi; elle est maintenant bien connue de tout le personnel de la station, et quand on en a été le témoin attentif pendant trois années consécutives, on n'est plus surpris de l'extension géographique et bathymétrique du *Dorocidaris*, ni de la conservation à travers les temps géologiques d'un type qui s'accommode des conditions les plus

diverses et les plus défectueuses de pression, de milieu et de régime.

IV. — Si, maintenant, nous comparons un *Dorocidaris* à un *Oursin* dont les tentacules ambulacraires adoraux sont munis de puissantes ventouses et sont, en outre, considérablement multipliés par l'élargissement des zones radiales vers le pôle oral, nous voyons que ces deux êtres se trouvent dans des conditions bien différentes relativement au milieu extérieur.

L'un, l'*Oursin* vulgaire, par exemple, adhérant très fortement au fond sur lequel il vit, pourra s'établir dans la zone constamment agitée par les vagues et encore, pour plus de sécurité, s'établira-t-il dans des trous; l'autre, le *Cidaris* ayant une force d'adhérence très faible sera obligé, sous peine d'être roulé sans cesse, de se réfugier dans les fonds où l'action de la vague est insensible ou très affaiblie.

C'est là, selon moi, l'unique raison à invoquer pour expliquer l'absence du *Dorocidaris* dans les eaux peu profondes.

Nous l'avons dit, cet *Oursin* s'acclimate très bien en captivité sous 10 centimètres d'eau; pourquoi ne s'est-il pas acclimaté sur nos côtes roussillonnaises à 10 mètres de profondeur, par exemple? il aurait en maints endroits trouvé des fonds convenables à son alimentation. La véritable raison me paraît être celle que je viens d'indiquer.

Quant à l'*Oursin* muni de pieds ambulacraires nombreux, de ventouses puissantes, il pourra, non seulement vivre à la côte, mais encore il sera susceptible de descendre dans les fonds calmes auxquels le *Dorocidaris* est condamné.

Il ne faudrait pas cependant vouloir trop généraliser et poser en règle absolue que : aucun *Cidaridé* ne peut vivre normalement à une petite profondeur, car, malgré leur structure si uniforme, il peut y en avoir de mieux doués que le *Dorocidaris*, pour affronter l'action de la vague, soit à cause de leur forme plus aplatie, soit à cause de leurs petites dimensions, et que, d'ailleurs, il y a toujours, même sur les côtes les plus exposées, des endroits abrités pouvant servir de refuge.

Quoi qu'il en soit, par sa structure même, le type *Cidaris* n'en reste pas moins un type des eaux calmes et, par conséquent, des eaux profondes.

MICROSTRUCTURE DU TEST.

On connaît très bien, depuis les travaux de Valentin ¹, Hoffmann et autres, la structure intime des réseaux calcaires qui constituent les plaques d'un test d'Oursin, et il est facile de l'étudier en examinant, sous le microscope, des coupes minces d'une partie quelconque du test; coupes que l'on obtient sans difficulté par friction sur une simple pierre à aiguiser bien plane.

L'examen de ces coupes m'a montré que les réseaux du squelette calcaire du *Dorocidaris* ne présentaient rien de particulier. Nous n'insisterons pas, par conséquent, et nous passerons immédiatement à l'étude des éléments de nature organique qui entrent dans la composition du test.

Les renseignements que nous donnent les divers auteurs ne sont pas très précis. Valentin nous apprend qu'après le traitement des plaques par de l'acide chlorhydrique on obtient un « squelette mou, très délicat qui, examiné au microscope, reflète d'une manière plus ou moins distincte les contours des réseaux calcaires, tout en montrant une structure fibro-granulaire et membraneuse ».

Hoffmann ² dit qu'après l'action de l'acide sur les plaques calcaires, il reste une substance organique conjonctive qui offre aussi une structure réticulée et qui consiste en fibrilles mélangées de cellules et de noyaux. Les auteurs qui depuis se sont occupés de l'organisation des Oursins, ne sont pas plus explicites, ou bien ont négligé complètement ce point d'histologie.

L'expression de *squelette mou*, dont s'est servi Valentin, rend très bien l'impression que l'on éprouve quand on a sous les yeux un

¹ Monographie du genre *Echinus*, 1841.

² *Zur anatomie der Echinen und Spatangen*, 1871.

fragment de test décalcifié. Pour obtenir ce squelette mou dans des conditions qui permettent d'en étudier les éléments histologiques, il est bon d'opérer de la façon suivante.

Les fragments du test, aussi petits que possible, sont d'abord plongés dans de l'alcool à 45 degrés, puis immergés dans de l'alcool au même titre additionné d'un dixième d'acide chlorhydrique (si les objets sont très petits, on diminue la proportion d'acide). L'attaque du calcaire commence immédiatement et on la laisse se continuer jusqu'à ce qu'il ait entièrement disparu, en ayant la précaution de renouveler souvent l'alcool acidulé. Si le fragment est gros, l'opération durera longtemps et, alors, il sera bon d'augmenter le degré de l'alcool et de se servir d'alcool à 60 degrés acidulé.

Les bulles d'acide carbonique formées n'arrivent pas toutes à se dégager, elles se trouvent bientôt emprisonnées dans les mailles du tissu. Il faut à tout prix les en faire sortir, car elles retardent d'abord l'attaque des particules calcaires qu'elles entourent et, de plus, seraient par la suite un inconvénient sérieux pour l'enrobage du tissu.

Pour cela, il faut soumettre le fragment immergé dans l'alcool acidulé à une faible décompression qui facilite le dégagement des bulles.

La décalcification étant terminée, la pièce est lavée soigneusement dans l'alcool à 60 degrés, traitée par les alcools successifs jusqu'à 100 degrés, et enfin enrobée dans la paraffine.

Les coupes minces pratiquées dans un fragment du test ainsi traité sont colorées sur la lame.

Elles nous montrent : le réseau organique qui remplit les mailles du réseau calcaire, la peau qui revêt extérieurement le test et la membrane qui le tapisse intérieurement.

Le réseau organique (pl. XIV, fig. 6; pl. XV, fig. 5) est constitué, comme le dit Hoffmann, par une trame conjonctive, mais les éléments qui en forment les mailles, ne sont pas de simples fibres, ce sont de véritables canalicules anastomosés, dont les parois, extrêmement minces, se moulent sur le réseau calcaire lui-même.

Dans l'intérieur de ces canalicules, on rencontre de nombreux noyaux et aussi des globules mûriformes amœboïdes, dont la présence et la façon de se présenter en certains points, ne nous laissent aucun doute sur la nature canaliculaire du réseau.

A la face interne du test, la substance conjonctive qui forme tous ces petits canaux s'étale, de façon à constituer une membrane de revêtement très mince qui supporte un épithélium vibratile.

Vers l'extérieur, le réseau canaliculaire se termine également en une couche conjonctive qui peut être considérée comme la partie la plus profonde de la peau (pl. XIV, fig. 6 ; pl. XV, fig. 5 ; pl. XVI, fig. 4). Celle-ci présente à considérer des éléments divers, nous nous occuperons d'abord de ceux qui en forment le soutien.

Ce sont des cellules allongées, dont les extrémités distales pressées les unes contre les autres supportent une cuticule toujours vibratile, tandis que les extrémités proximales s'attachent à la couche conjonctive profonde qui limite le réseau canaliculaire (pl. XVI, fig. 4), mais ce qui caractérise spécialement ces cellules, c'est que, tandis qu'elles se touchent toutes par leur partie supérieure, elles laissent inférieurement des espaces intercellulaires où viennent se loger des éléments histologiques nouveaux.

On y trouve du tissu nerveux sur lequel nous reviendrons dans un instant, et on y rencontre aussi des globules libres variés.

En premier lieu, il faut signaler les globules brun d'acajou qui donnent la teinte rouge à certains points du test. Ces corpuscules ne peuvent se distinguer sur des coupes, car leur coloration disparaît dans les acides (voir au chapitre *Liquide périviscéral*) ; pour s'assurer de leur présence, on doit examiner un lambeau de la peau à l'état frais. On ne voit pas, il est vrai, de cette façon les espaces intercellulaires, mais, comme on s'est préalablement convaincu de leur existence, on peut conclure que les corpuscules bruns y sont logés dedans, car ils ne sauraient se placer ailleurs.

On rencontre aussi dans ces espaces intercellulaires des corpuscules mûriformes et des amas de granulations brunâtres.

Jamais je n'y ai aperçu de glandes soit simples, soit composées.

Le réseau conjonctif canaliculaire change d'aspect sur les lignes de suture des plaques, et par le fait les petits canaux s'arrêtent là, leur lumière disparaît et leurs parois se continuent par des fibrilles conjonctives qui passent d'une plaque à sa voisine.

Chez le Dorocidaris, les lignes de suture restent toujours uniquement de nature organique, les réseaux calcaires de deux plaques voisines ne se soudent pas et ainsi s'explique pourquoi un test de Cidaris se désarticule si facilement et spontanément lorsque toute la substance organique a été détruite.

La couche épidermique du test se continue sur tous ses appendices, piquants, pédicellaires, et recouvre également les tubes ambulacraires. Le revêtement vibratile existe partout, les courants qu'il détermine ne m'ont pas paru constants dans leur direction, si ce n'est le long des piquants et sur la membrane péristomienne. Le courant suit les piquants de la base au sommet, et celui du péristome se dirige en confluant vers l'orifice buccal.

SYSTÈME NERVEUX PÉRIPHÉRIQUE.

L'étude du système nerveux périphérique vient tout naturellement à cette place, car il est compris dans la couche épidermique, dont il vient d'être question. Mais ce n'est point au Dorocidaris que l'on doit d'abord s'adresser pour mener à bien cette étude, à cause des difficultés qu'elle présente chez cet animal.

L'*Echinus acutus*, au contraire, présentant des conditions favorables, c'est par lui que nous commencerons.

I. — J. Müller¹ admettait que les tentacules ambulacraires, les pédicellaires, les piquants recevaient des nerfs du tronc nerveux ambulacraire, mais il n'en donnait aucune preuve à l'appui. Hoffmann²

¹ Ueber den Bau der Echinodermen, 1853.

² Zur Anatomie der Echinien und Spatangen, 1871.

essaye de voir ce système nerveux périphérique et il n'y réussit pas.

En 1874 parut le beau travail de Loven¹ sur la structure des Echinodées. En même temps qu'il découvrait les Sphéridies, l'auteur figurait un réseau nerveux qu'il était parvenu à mettre en évidence sur le test d'un Spatangide, le *Brissopsis tyrifera*. Il était donc de plus en plus probable que les Oursins Réguliers devaient présenter un réseau nerveux périphérique tout comme les Irréguliers.

Cependant L. Frédéricq² échoua dans sa recherche et dit en 1876 : « C'est en vain que j'ai essayé de constater anatomiquement l'existence de ce plexus nerveux. »

Les choses en étaient là quand MM. Romanes et Ewart³ firent paraître, en 1882, un mémoire dans lequel ils décrivaient chez les Oursins un plexus nerveux externe.

En 1883, M. Kœhler⁴ écrit : « Je n'ai pas été plus heureux que Frédéricq, et il m'a été impossible d'apercevoir ce réseau nerveux. »

A mon tour j'essayai de découvrir ce réseau nerveux vers la fin de l'année 1885 et j'étais déjà arrivé à des résultats, selon moi, certains lorsque je pus prendre connaissance du mémoire de MM. Romanes et Ewart.

Les préparations que j'avais obtenues concordaient si peu avec les figures données par ces auteurs, qu'il m'était impossible d'y trouver une confirmation de leurs recherches, et je demeurai persuadé que le plexus externe figuré par eux (fig. 15)⁵ était uniquement formé de cellules conjonctives.

C'est à ce moment que, le 14 décembre 1885, parut dans le *Zoologischer Anzeiger*, une note de M. Sarasin⁶ datée de Trincomalie, dans laquelle, à propos d'yeux composés que l'auteur a découverts sur un *Diadema*, il était incidemment question d'un plexus nerveux

¹ Loc. cit.

² Etudes sur les Echinides (Arch. zool. exp., t. V, 1876).

³ Observations on the locomotor system of Echinoërmata, 1882.

⁴ Loc. cit.

⁵ Loc. cit.

⁶ Über einen zusammengesetzten Augen bedeckten Seeigel.

contenu dans la peau et traversé par de soi-disant petits vaisseaux. M. Sarasin ne cherchait pas à prouver que le tissu en question était bien un tissu nerveux. Or comme, d'après l'aperçu historique qui précède, il était important de fournir cette preuve, je ne crus pas devoir me dispenser de résumer mes recherches à ce sujet sur l'*Echinus acutus*, dans quelques lignes présentées à l'Académie des sciences de Paris, le 22 février 1886.

MM. Sarasin n'ont pas eu connaissance de ce résumé et ils ne le citent point dans leur mémoire¹ qui vient de paraître.

II. — C'est à l'*Echinus acutus* que je me suis adressé pour deux raisons : la première, c'est que les piquants sont clairsemés dans les aires interambulacraires et que l'on peut enlever facilement des lambeaux de peau assez larges ; la seconde, c'est que cette peau est presque incolore dans l'espèce en question.

Afin que ceux qui auront intérêt à vérifier ces recherches, puissent le faire sans peine, j'indiquerai en détail la méthode suivie.

Il faut, avant tout, prendre un *Echinus* venant d'être pêché et qui n'a point été roulé par le filet. On coupe avec des ciseaux des fragments de test d'un demi-centimètre carré environ, choisis vers le milieu d'une aire interambulacraire, en ayant soin d'y laisser au moins un piquant par où la pièce devra toujours être saisie dans les manipulations suivantes.

On plonge alors les fragments dans une solution de chlorure d'or à un deux-centième, et on les y laisse séjourner jusqu'à ce qu'ils soient devenus bien jaunes. Ils sont ensuite mis dans de l'eau distillée avec quelques gouttes d'acide citrique et exposés à une faible lumière diffuse. Au bout de quelques heures, le dépôt d'or se produit, les morceaux du test prennent une couleur rouge violacé ou bleuâtre ; ce sont ces derniers qu'il faut surveiller de préférence, car ils donneront probablement un bon résultat.

¹ Dr Paul SARASIN, Dr Fritz SARASIN, *Die Augen und das Integument der Diadematiden*. Wiesbaden, 1887.

Dès que la réduction a commencé, on doit, de temps à autre, examiner au microscope de petits lambeaux de peau que l'on enlève des fragments préparés afin de suivre l'opération.

Quand la coloration est réussie, on voit sur un fragment de la peau détachée du test le plus soigneusement possible, et examinée à plat soit dans la glycérine, soit après montage dans le baume, de nombreuses lignes bleuâtres bien apparentes, courant dans une même direction et souvent anastomosées; la figure 8 (pl. XVI) représente une de ces préparations. Ces traînées bleu ardoisé, mises ainsi en évidence par le chlorure d'or, ne sont rien autre chose que les faisceaux principaux du plexus nerveux recherché.

En enlevant le lambeau de peau, on arrache la couche externe conjonctive qui limite le réseau canaliculaire du test; quand donc on examine la préparation, on a sous les yeux des éléments histologiques très variés au milieu desquels il est difficile de se reconnaître et qui gênent beaucoup l'observation des faisceaux bleuâtres qui nous intéressent. Il faut les isoler pour les mieux voir, et on y arrive en traitant la préparation au pinceau.

On voit alors que ces faisceaux sont fibrillaires et qu'ils sont réunis entre eux par une innombrable quantité de fibres extrêmement déliées qui courent dans tous les sens (pl. XVI, fig. 9), mais dont l'enchevêtrement a pour résultat de limiter des mailles plus ou moins irrégulières et toujours très petites, puisque les plus grandes que j'ai pu observer ont environ $0^{\text{mm}},013$.

On retrouve ce réseau fibrillaire sur toute la périphérie du test; il s'agit maintenant d'en déterminer la nature.

Il faut pour cela recommencer la préparation, mais en prenant, cette fois, un fragment de zone ambulacraire dont on enlève un tentacule en respectant le mieux qu'il est possible le pourtour de la paire de pores correspondante.

Cela fait, on remarque sur le bord adoral du pore interne, le filet nerveux tentaculaire venant du nerf ambulacraire intérieur et qui se rend dans le tentacule enlevé.

On doit alors détacher soigneusement la peau qui entoure la paire de pores en s'appliquant à entraîner en même temps un fragment du filet nerveux tentaculaire; l'on observe comme précédemment.

On aperçoit dans ce fragment de peau le réseau fibrillaire décrit ci-dessus, avec tous ses mêmes caractères, et on voit qu'il est renforcé sur le bord de l'espace vide correspondant au tentacule enlevé, par des faisceaux plus forts (pl. XVI, fig. 10) qui entourent la paire de pores.

Ces faisceaux identiques à ceux du réseau mis en évidence dans la première préparation (pl. XVI, fig. 8, 9), sont en continuité de substance avec le fragment du nerf tentaculaire qui est resté attaché à la peau (pl. XVI, fig. 10, *nt*).

Le tissu réticulé, dont nous nous occupons, est donc de même nature que lui, c'est un tissu nerveux.

D'ailleurs, les fibrilles qui le composent sont identiques à celles des nerfs tentaculaires et ambulacraires.

Après avoir acquis la certitude par cette méthode que le tissu réticulé décelé par le chlorure d'or était composé de fibrilles nerveuses, je l'ai recherché sur des coupes normales au test, et je l'ai retrouvé sans peine.

Ces coupes montrent (pl. XVI, fig. 4, *np*) que le plexus nerveux est situé au-dessus de la membrane conjonctive limitant le réseau canaliculaire et dans les espaces intercellulaires laissés par les cellules de soutien, qui s'attachent à la couche conjonctive sous-nervienne (*c*) au travers des mailles du réseau nerveux.

Il était intéressant, après avoir constaté que le plexus nerveux naissait des nerfs tentaculaires, de voir ce qui se passait à l'extrémité du nerf ambulacraire lui-même; les coupes pratiquées à l'extrémité du radius, donnent immédiatement la réponse.

Le nerf ambulacraire s'enfonce dans le pore, ressort à sa surface

et s'épanouit sur la plaque ocellaire en se continuant avec le réseau nerveux périphérique (pl. XVI, fig. 2).

Ainsi se trouve légitimée la conclusion que je publiais en 1886 : « L'*Echinus ocutus* est entièrement recouvert par un réseau nerveux périphérique comparable à une sorte de tulle tissé avec des fibres nerveuses et en connexion avec le système nerveux interne en autant de points qu'il y a de tentacules ambulacraires et de pores ocellaires. »

III. — Jusqu'ici il n'a été question que de fibres nerveuses; où se trouvent les éléments ganglionnaires?

Il n'est pas possible de reconnaître *sûrement* une cellule nerveuse isolée chez les Echinodermes; Baudelot l'affirmait dans ses *Études générales sur le système nerveux*¹, et je crois que tous ceux qui ont étudié ces animaux sont du même avis. Cette impossibilité disparaîtra probablement un jour, pour le moment elle existe. Ni la forme, ni la dimension, ni l'action des réactifs connus ne nous fournissent de criterium. Il n'y a qu'un seul cas dans lequel on pourra affirmer que la cellule est nerveuse; c'est quand on aura constaté, sans erreur possible, qu'elle est en continuité de substance avec une fibre nerveuse. Or, une pareille constatation est très difficile à faire, car, dans l'espèce, les causes d'erreur sont nombreuses.

Quand on examine à plat un lambeau de la peau dans lequel les fibrilles nerveuses ont été mises en évidence, on y distingue des éléments cellulaires variés.

On voit d'abord une couche conjonctive (celle qui reposait immédiatement sur le calcaire) dans laquelle se trouvent de nombreux globules mûriformes) pl. XVI, fig. 11, *gm*), des spicules calcaires en arc (*sp*), des cellules à protoplasma ramifié (*z*). Ces dernières méritent une attention spéciale, car on pourrait les prendre pour des cellules nerveuses. Elles ont un gros noyau granuleux, elles sont

¹ *Archiv. zool. exp.*, t. I, 1872.

uni, bi, multipolaires, et leurs prolongements s'anastomosent fréquemment. Mais on ne peut jamais arriver à voir un de ces prolongements s'unir à une des fibrilles nerveuses auxquelles elles sont superposées (pl. XVI, fig. 11, *np*). Ce sont des cellules conjonctives, et ce sont elles qui, selon moi, ont été figurées par MM. Romanes et Ewart¹ (pl. LXXX, fig. 15) pour lesquels le plexus fibrillaire paraît être resté inaperçu.

Tous ces éléments étant bien examinés, si l'on rapproche l'objectif de la préparation, on met au point le plexus nerveux lui-même (*np*) et enfin au-dessous de lui on distingue une grande quantité de noyaux en tout semblables à ceux des cellules conjonctives précitées, et qui ne sont rien autre chose que les noyaux des cellules épidermiques².

C'est en observant des fragments isolés du réseau fibrillaire nerveux, que l'on arrive à voir des éléments cellulaires en connexion avec les fibrilles. Ces cellules (pl. XVI, fig. 7, 12) qui, pour nous, représentent les véritables éléments ganglionnaires, sont situées dans l'épaisseur même des faisceaux du plexus nerveux. Elles sont bipolaires, allongées dans le sens de la direction des fibres.

Cherche-t-on à résoudre la question par des coupes normales à la surface du test? on se butte encore à de grandes difficultés résultant de la diversité des éléments qui peuvent venir se mettre au contact du tissu nerveux dans les espaces intercellulaires, néanmoins on arrive à distinguer des noyaux (pl. XVI, fig. 4) qui sont compris dans l'épaisseur des faisceaux fibrillaires et qui ont la même signification que ceux observés précédemment par une autre méthode (fig. 7 et 12).

Je ne voudrais pas affirmer qu'en dehors de ces cellules ganglionnaires il n'en existe pas d'autres, autrement situées sur le plexus nerveux, mais j'avoue ne jamais avoir fait d'observation assez dégagée des causes d'erreur pour me permettre de les dessiner.

¹ *Loc. cit.*

² Ces noyaux n'ont pas été représentés, pour que la figure soit plus claire.

IV. — Comment le plexus nerveux se met-il en rapport avec l'épiderme? où sont les terminaisons nerveuses? Il faudrait, pour aborder cette question intéressante, se livrer à une étude spéciale, en faire le sujet d'un mémoire où l'on ne se contenterait pas de dire : «voici la cellule sensitive », mais dans lequel on s'attacherait avant tout à le démontrer, après avoir fait connaître la méthode employée. Je n'ai pas affronté ces recherches et m'en suis tenu à l'examen de coupes obtenues comme il a été indiqué. On voit sur ces coupes de nombreux noyaux situés au-dessous de la cuticule; un grand nombre de ces noyaux appartiennent aux cellules épidermiques et *peut-être* dans le nombre y en a-t-il qui appartiennent à des cellules sensibles semblables à celles que Hamann¹ figure dans ses mémoires sur les Astéries (Sinneszellen), mais je n'ose l'affirmer.

Les cellules épidermiques, avons-nous dit, envoient des prolongement inférieurs qui traversent le plexus nerveux pour aller rejoindre la couche conjonctive sous-jacente, mais sur une même coupe; tous ces prolongements des cellules de soutien ne traversent point le plexus nerveux de part en part; il en est qui, rencontrés par le rasoir sous une direction oblique, s'arrêtent sur le plexus et paraissent se mettre en rapport avec lui. De là une cause d'erreur qui doit être soigneusement écartée si l'on veut ne pas s'exposer à décrire comme cellule sensitive un élément de soutien de la peau.

V. — MM. Sarasin² ont publié sur le tégument du *Diadema setosum* un mémoire dans lequel se trouve énoncé un fait qui mérite d'être discuté, à savoir que la peau de cet Oursin est traversée par une innombrable quantité de petits vaisseaux établissant la communication entre le milieu extérieur et le fluide du corps de l'Oursin.

Ces petits canaux prennent naissance dans un espace vasculaire (Gefässraum) situé sous le plexus nerveux, et se dirigent vers la cuticule qui est percée de nombreux pores.

¹ Loc. cit.

² Loc. cit.

Les auteurs du mémoire ne nous disent pas s'ils ont observé ces pores chez le Diadème, et ils ne les figurent pas. Ils s'en rapportent à ce que dit Ludwig¹, au sujet des Astéries chez lesquelles il y aurait une cuticule présentant de petites ouvertures au travers desquelles passeraient les cils vibratiles. Ludwig se base sur ce que, quand on observe cette cuticule à plat, elle présente l'apparence d'un fin pointillé. On voit d'après cela qu'il est regrettable que MM. Sarasin ne nous aient pas donné plus de détails sur cette cuticule du Diadème. Je n'ai, quant à moi, jamais observé de pareilles perforations chez les Oursins que j'ai eu l'occasion d'examiner.

Quant aux petits canaux qui viendraient déboucher sous cette cuticule, c'est également en vain que je les ai cherchés chez l'*Echinus acutus*, et j'estime que tous les tractus que l'on voit sur des coupes partir de la couche conjonctive sous-nervienne pour se diriger vers la cuticule, sont formés par les prolongements des cellules épidermiques que MM. Sarasin n'ont pu suivre chez leur Diadème (pl. XIV, fig. 6, p.; pl. XVI, fig. 3, 4).

L'espace sous-nervien que ces auteurs appellent *Gefässraum*, me paraît formé par la couche la plus superficielle des canalicules du test. Chez l'*Echinus acutus*, elle est souvent envahie par des globules mûrifformes; c'est là que se trouvent aussi les cellules conjonctives multipolaires et les spicules dont il a été déjà question (pl. XVI, fig. 11).

C'est en somme à cette place, sous le plexus nerveux, que viennent aboutir tous les canalicules de la plaque. Que les globules amœboïdes qui y cheminent et qui s'y réunissent souvent en grand nombre puissent passer dans les espaces intercellulaires de l'épiderme, la chose ne me paraît pas douteuse, mais je ne peux admettre qu'il y ait chez l'*Echinus acutus* de petits vaisseaux faisant communiquer cet espace sous-nervien, c'est-à-dire en somme le réseau canaliculaire avec l'extérieur, car, je le répète, il m'a été im-

¹ Beiträge zur Anatomie der Asteriden (Zeit. f. Wiss. Zool., t. XXX, 1878).

possible de les apercevoir, ainsi que les perforations de la cuticule, et que, en outre, les figures données par MM. Sarasin, pour démontrer le fait chez un Diadème, ne me paraissent pas suffisamment démonstratives. Quant aux cellules sensibles, ces auteurs admettent leur existence, mais ne la démontrent pas, et je maintiens toutes les réserves que j'ai faites précédemment.

VI. — Le plexus nerveux innerve tous les appendices du test, et j'ai recherché spécialement de quelle manière il se met en rapport avec les piquants.

En suivant ce plexus, soit par la première méthode indiquée, soit par des coupes, on arrive à cette conclusion que le plexus nerveux périphérique forme à la base de chaque piquant un anneau nerveux très évident, situé à une petite distance du point d'attache inférieur des muscles moteurs, et reposant directement sur ces derniers.

On voit (fig. 4, pl. XVI) que cet anneau est formé par l'accumulation des fibrilles nerveuses qui, arrivées à ce niveau, entourent la base du piquant de telle sorte qu'une section, passant par l'axe de celui-ci, les coupe toutes transversalement, ce qui donne le fin pointillé caractéristique des sections transversales des nerfs d'Echinides. Mais on voit aussi que la section droite de cet anneau est entourée de nombreux noyaux dont un certain nombre présentent un prolongement évident dirigé vers la masse fibrillaire.

Ici toute méprise est impossible ; ces noyaux appartiennent à des cellules ganglionnaires qui ne peuvent être confondues avec les éléments de soutien de la peau ; ils font partie de l'anneau nerveux dont ils accompagnent les fibrilles en se cantonnant de préférence à la périphérie.

La présence des cellules ganglionnaires sur la face interne de cet anneau s'explique aisément par ce fait que, l'anneau nerveux est, en réalité, formé de deux couches (pl. XVI, fig. 3), dont l'interne semble résulter du repliement de la couche externe.

L'anneau nerveux des piquants est extrêmement apparent chez

les jeunes Oursins. La figure 3 de la planche XVI représente la coupe longitudinale de la base d'un piquant appartenant à un *Strg. lividus* de 4 millimètres de diamètre; elle montre en (an) deux îlots très bien délimités, qui sont les coupes de l'anneau en question.

En terminant cet exposé de mes recherches sur le tégument de l'*E. acutus*, et, malgré toute la répugnance que j'éprouve à poser une question de priorité à laquelle la science n'a rien à gagner, je dois rappeler que MM. Sarasin ont indiqué l'anneau nerveux des piquants chez le *Diadema setosum* dans leur mémoire définitif (1887), et que je l'avais décrit chez l'*Echinus acutus* à la date du 22 février (1886).

VII. — *Dorocidaris papillata*. — Si on cherche à appliquer au Dorocidaris la méthode au chlorure d'or qui a servi pour l'*Echinus acutus*, on est bientôt arrêté par des difficultés de manipulation insurmontables; au contraire, la méthode des coupes transversales permet de voir le plexus nerveux périphérique que l'on retrouve à la place où nous l'avons décrit chez l'*E. acutus*.

Quand on examine le test d'un Cidaris dépouillé de tous ses piquants et débarrassé de toute matière organique, on aperçoit sur les aires interradiales une quantité de petits sillons creusés dans le calcaire, qui vont d'une plaque à l'autre en traversant les lignes de suture, courent entre les tubercules miliaires et se perdent sur le pourtour de l'aire scrobiculaire (Pl. XIV, fig. 1, *sn*).

Ces sillons, on les retrouve sur le bord radial des plaques interambulacraires, où on les voit se diriger vers les pores du radius; ils longent les lignes de suture des plaques ambulacraires et chacun d'eux aboutit à une petite encoche entaillée dans le bord adoral du pore interne d'un tentacule. C'est par cette encoche que le filet nerveux, venant du système nerveux interne et destiné au tentacule ambulacraire, arrive à la surface du test. En ce point, il abandonne un faisceau qui se met immédiatement en rapport avec le plexus et se loge dans le sillon dont nous venons de parler.

Tous les faisceaux fibrillaires venus ainsi à la surface par les en-

coches des pores sont dirigés par les sillons et se rendent avec eux sur les plaques pour en innerver les appendices.

Une coupe parallèle à la direction du radius et intéressant plusieurs plaques ambulacraires, montre ces faisceaux nerveux (pl. XIV, fig. 3, *sn*) ; elle montre aussi, qu'ici comme chez l'*E. acutus*, la base du tentacule est entourée par un véritable anneau, dont nous retrouvons la coupe en (*np*). La figure 12 de la même planche représente, à un fort grossissement, la coupe d'un des sillons dont il vient d'être question.

Nous arrivons ainsi à ce résultat inattendu : c'est que, un test de *Cidaris* desséché porte la trace de l'ensemble du réseau nerveux périphérique imprimée en creux sur le calcaire. Cette trace est constituée par les sillons précédemment décrits.

Ceux-ci sont visibles, non seulement sur les tests des espèces actuelles, mais encore sur de nombreux échantillons d'espèces de *Cidaridés* fossiles. On les trouve figurés avec soin sur les dessins publiés par M. Cotteau, et je dois à l'obligeance de M. Munier-Chalmas d'avoir pu les observer moi-même sur des tests ou moulages divers.

Autre particularité intéressante du *Dorocidaris* : l'anneau nerveux des radioles est visible à l'œil nu ; il suffit pour le voir d'écarter ou d'arracher les piquants secondaires qui cachent la base de la radiole. On distingue très nettement, dans la peau, une ligne circulaire dont les contours sont accusés par une différence de coloration et qui n'est rien autre chose que l'anneau nerveux (pl. XV, fig. 5).

Le système nerveux périphérique des Oursins, resté si longtemps inconnu, est donc en partie visible à l'œil nu chez l'un d'eux, le *Dorocidaris*, et l'on peut suivre le trajet de ses principaux faisceaux, non seulement sur des tests desséchés d'espèces actuelles, mais encore sur des fragments d'espèces fossiles.

PORE DIT OCELLAIRE.

I. — Quoiqu'il soit admis aujourd'hui que la plaque ocellaire d'un oursin ne présente dans son pore ni œil ni tentacule impair, il était intéressant d'examiner à nouveau la question chez le *Dorocidaris*, afin de compléter, s'il était possible, les renseignements fournis par les auteurs qui ont exclusivement étudié à ce point de vue les Echinidés.

Löven¹ a figuré une des cinq plaques ocellaires du *D. papillata*, ce qui me dispense d'en donner une nouvelle figure à grande échelle. Ces plaques ont toutes la même forme et la même dimension (pl. XVIII, fig. 3.4) ; elles sont cordiformes, parsemées de tubercules miliaires n'arrivant jamais à toucher le pore qui se trouve ainsi entouré d'une petite zone parfaitement lisse. Leur couleur ne diffère en rien de celle des autres plaques du test.

Examiné à l'état vivant, le pore ne présente rien de particulier ; on voit que la peau du test le recouvre, et qu'il n'y a ni tentacule impair ni tache oculaire quelconque.

La sensibilité des téguments est très grande en cet endroit ; sous l'influence de la moindre excitation, l'animal rabat les piquants secondaires qui entourent le pore pour le protéger, mais cette sensibilité ne saurait être caractéristique, car elle se manifeste en tout autre point du test.

Le nerf ambulacraire, après avoir traversé le pore, vient s'épanouir sur la plaque ocellaire ; cette disposition est représentée (p. XIV, fig. 4) chez le *Dorocidaris* et (pl. XVI, fig. 2) chez l'*Echinus acutus*¹, qui présente en outre une particularité relative au système nerveux

¹ *Loc. cit.*

² Le supplément de *Jenaische Zeil. f. Naturwissenschaft*, Heft. II, 1886, contient une note dans laquelle O. Hamann confirme plusieurs de mes observations sans aucune allusion à la note des *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, 22 février 1886, où elles sont résumées.

interne dont il sera question plus loin. Il faut ajouter que le plexus nerveux superficiel ainsi formé par cet épanouissement, est toujours très épais sur le pore et tout autour de lui sur la plaque ocellaire. Il occupe souvent le tiers de l'épaisseur totale de la peau qui en cet endroit est plus grande que partout ailleurs.

La constitution histologique (pl. XIV, fig. 6) de celle-ci est toujours la même, avec cette différence que les cellules sont plus hautes, plus pressées les unes contre les autres et, que par suite leurs différents noyaux s'étagent en un grand nombre de couches.

On ne distingue plus les espaces intercellulaires. Quant aux cellules sensitives qui doivent être ici bien développées en raison de l'importance du plexus, je n'ai pu les séparer des éléments de soutien.

On voit en résumé que, malgré l'absence d'un organe des sens spécial situé sur les pores ocellaires, ceux-ci n'en sont pas moins cinq points privilégiés au point de vue de l'innervation. Il ne faudrait donc pas s'étonner que dans une espèce d'oursin encore inconnue on trouvât en ces points des organes des sens réellement différenciés. Et ces organes seraient d'autant mieux placés sur ces plaques dites *ocellaires*, que dès le plus jeune âge, elles sont à leur place définitive et n'ont plus à subir par la croissance que des modifications de dimension.

II. Chez de très jeunes Oursins, *Strongylocentrotus lividus*, *Echinus microtuberculatus*, de 3 à 4 millimètres de diamètre, les pores ocellaires sont constitués comme chez un adulte, aux dimensions près.

REMARQUES SUR LE DÉVELOPPEMENT ET LES RÉPARATIONS DU TEST.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas possible d'analyser les divers phénomènes qui ont pour résultat final le dépôt du réseau calcaire du test. Tout ce que l'on peut dire, c'est que ce dépôt est provoqué par la vie d'un tissu réticulé spécial, que l'on

retrouve partout dans l'intérieur de toutes les formations calcaires des Oursins.

Ce tissu, nous l'avons vu, est composé de fins canalicules, dans une plaque déjà bien développée, mais si on considère soit un bourgeon naissant d'une portion du test, soit une très jeune plaque naissante, on a de la peine à retrouver la nature canaliculaire du réseau organisé.

Celui-ci apparaît dans ces jeunes formations comme constitué par des cordons conjonctifs très délicats, pleins, pourvus de nombreux noyaux et, il faut admettre que c'est seulement plus tard et peu à peu, que ces cordons se transforment en canalicules.

Est-il possible de déterminer quel est l'élément histologique spécialement chargé de sécréter le calcaire ?

On rencontre, comme nous l'avons vu, dans le réseau organisé du test, de nombreux corpuscules mûriformes. Ces cellules, chez l'*E. acutus*, sont ordinairement en grand nombre dans la couche conjonctive située au-dessous de la peau proprement dite, et nous verrons dans un instant, qu'on les trouve en abondance dans le réseau canaliculaire des piquants du *Dorocidaris* ; il est donc naturel de se demander s'ils ne sont pas l'agent direct de la sécrétion calcaire ?

Pour répondre à cette question, il suffit d'examiner une jeune plaque en voie de développement ; si le globule mûriforme est l'agent de la sécrétion calcaire, on devra le rencontrer en abondance dans ces jeunes tissus. Or, non seulement cette forme de cellule n'abonde pas dans les plaques en formation des jeunes oursins, mais encore elle paraît en être complètement exclue. Il n'y a donc pas lieu de s'y arrêter plus longtemps.

La formation d'une jeune plaque ou d'un bourgeon d'une plaque déjà formée est toujours précédée de l'apparition d'un amas de noyaux, tous semblables, se colorant fortement par les réactifs (fig. 13), présentant une grande ressemblance avec ceux des cellules mésodermiques de la larve, et aussi avec ceux des amibes, si abondamment répandus dans le fluide périviscéral des oursins.

Ces noyaux appartiennent aux cellules formatrices qui vont constituer peu à peu le réseau organique de la jeune plaque en même temps qu'elles en sécréteront le calcaire.

Il n'existe pas une forme de cellule spécialement chargée de cette sécrétion en dehors du réseau dont nous venons de parler.

Une plaque en voie de développement s'accroît par sa périphérie; le centre de cette plaque sera donc toujours la partie la plus ancienne, celle où le tissu formateur sera d'abord devenu inutile. Chez le *Dorocidaris*, où l'épaisseur des plaques est considérable, ce tissu n'arrive cependant pas à disparaître complètement et s'il subit un commencement de résorption, il n'en persiste pas moins pendant toute la vie de l'individu.

II. — Nous avons vu que la membrane de revêtement du test contient le système nerveux périphérique; c'est donc grâce à elle que l'animal reçoit à chaque instant les influences du milieu extérieur; ce rôle est de la plus haute importance, mais il n'est pas le seul que la peau ait à remplir; c'est elle en effet qui assure la conservation du test.

Le meilleur moyen de le prouver, c'est de tenter l'expérience en enlevant la peau sur une certaine étendue pour observer les résultats produits.

Or, cette expérience a été réalisée, sans mon consentement, par la bande de jeunes Mulets dont il a déjà été question. Ces voraces compagnons de captivité des *Dorocidaris*, ne s'étaient pas contentés de leur arracher un à un les piquants, mais ils avaient encore enlevé la peau de certains d'entre eux sur différentes parties du test.

Après quelques jours, les régions ainsi mises à nu se sont nettement circonscrites et ont été nécrosées, tandis que tout autour d'elles le revêtement du test conservait son aspect ordinaire.

Quelques semaines plus tard, toutes les parties du test atteintes étaient rejetées par une véritable exfoliation et il était vraiment

curieux de voir s'exfolier ainsi les *Dorocidar* blessés dans les bassins du laboratoire ; l'un perdait quelques plaques interambulacraires, l'autre une partie de zone ambulacraire, un autre enfin rejetait du même coup la moitié d'une zone interradiale.

Qu'était-il arrivé ? Il s'était formé peu à peu, au-dessous de la partie dénudée et aux dépens du réseau organisé interne, une membrane continue avec la peau externe. La formation de cette membrane limitant la nécrose avait du même coup amené l'isolement complet et, par suite, l'exfoliation de la partie du test située au-dessus d'elle.

Cette destruction partielle du test se produit toujours si la surface dénudée occupe une certaine étendue. Si, au contraire, la blessure est peu importante, alors la peau a le temps de se reformer assez tôt au-dessus de la plaie pour empêcher la nécrose, et l'exfoliation ne se produit pas.

Ce qui est arrivé aux *Dorocidar* en captivité dans les aquariums de Banyuls arrive parfois à ceux qui vivent librement au fond de la mer ; ils sont blessés soit par leurs ennemis naturels, soit par les engins des pêcheurs, aussi n'est-il pas rare d'en capturer qui présentent leurs blessures comme il vient d'être expliqué.

La membrane qui se forme au-dessous de la partie exfoliée est toujours colorée en rouge brun par les corpuscules dont nous avons déjà eu l'occasion de parler.

Il n'est d'ailleurs pas douteux que, après l'exfoliation de la partie blessée, la réparation du test ne s'opère d'une façon complète au-dessous de cette membrane, qui ne tarde pas à devenir identique à la peau environnante.

Ces quelques observations montrent bien que la conservation et la reproduction du test sont assurées par la peau, dont l'existence est intimement liée à celle du réseau formateur du test.

Je n'ai aucun fait nouveau à apporter au sujet de la croissance du test pris dans son ensemble ; on sait que les nouvelles plaques naissent autour de la rosette apicale et pas ailleurs. Dans une rangée,

la plaque la plus vieille est celle qui borde le péristome, la plus jeune celle qui touche la rosette apicale. Les plaques, une fois formées au pôle apical, sont peu à peu refoulées par celles qui se forment ensuite, elles s'accroissent en même temps sur leur périphérie et l'on comprend aisément comment, de la sorte, l'ensemble du test s'achemine peu à peu vers sa dimension et sa forme définitives.

Un *Dorocidaris* de 11 millimètres de diamètre a six plaques coronales interambulacraires (dans une rangée) et un adulte de 32 millimètres n'en a que neuf. Ces chiffres montrent bien quelle est l'importance de l'accroissement que l'on peut appeler intercalaires.

PIQUANTS PRIMAIRES OU RADIOLES.

I. — Valentin distingue dans un piquant d'Oursin la *baguette*, qui en est la partie libre, et la *tête* ou *partie condyloïde*, qui s'articule sur le mamelon du tubercule. Entre les deux se trouve la *collerette*, terminée inférieurement par le *bourrelet* (pl. XV, fig. 14).

L'articulation d'une radiole de *Cidaris* est constituée comme chez les autres Oursins, avec cette seule différence que la fossette articulaire du piquant est attachée par son centre au mamelon à l'aide d'un ligament élastique très résistant. Ce caractère est bien un caractère de *Cidaridé*, mais n'est pas limité à la famille ; on le retrouve notamment chez les *Diadèmes*.

Le ligament est constitué par un faisceau de fibres élastiques formées aux dépens d'une partie du réseau organisé de la plaque correspondante ; il pénètre assez profondément dans le mamelon, qui se trouve, par conséquent, en partie perforé après sa disparition. La radiole est, en outre, maintenue sur le mamelon par un anneau tronc-conique de fibres élastiques très résistantes, recouvert lui-même d'un deuxième cône formé de puissantes fibres musculaires. Toutes ces fibres, élastiques ou musculaires, sont en continuité de substance avec le réseau organisé de la plaque, d'une part, et celui de la tête du piquant, d'autre part.

Le tout est revêtu par la peau, qui recouvre également la *collerette*. L'anneau nerveux a été suffisamment décrit, nous n'y reviendrons pas.

Quant à la structure intime d'une radiole de Cidaridé complètement développée, elle est bien connue depuis les recherches de Stewart¹, A. Agassiz² et Mackintosh³.

Au centre, une *moelle* formée par un tissu calcaire lâche, peu consistant, puis une zone où les petites baguettes calcaires sont plus serrées et forment un treillisage régulier, dont l'aspect est franchement rayonné, c'est la *couche moyenne*; enfin, une couche externe ou *écorce*, très dense, très dure et traversée par de fins canalicules naissants des intervalles de la couche moyenne.

Cette écorce caractérise les radioles des Cidaridés (fig. 6), auxquels Mackintosh⁴ assigne l'épithète de *Acanthostraca*. Quant au tissu organique du piquant, il est identique à celui que nous avons décrit dans le test lui-même, les éléments figurés contenus dans ses canalicules sont identiquement les mêmes; les corpuscules mûrifformes n'y font jamais défaut.

II. — *Développement*. — Le développement des radioles du Dorocidaridaris doit être suivi sur les jeunes plaques qui entourent la rosette apicale.

Il est intéressant de remarquer que l'apparition d'une radiole est toujours précédée de celle des piquants secondaires. Ceux-ci, nous l'avons dit, auront mission de protéger, dans la suite, la base du piquant qu'ils entourent. Or, ce rôle protecteur, ils l'ont dès le début et on les voit déjà, presque complètement formés eux-mêmes, se pencher tous ensemble sur la jeune radiole à peine naissante, pour lui former comme une tente à l'abri de laquelle s'effectueront les premiers stades de son développement.

¹ *On the minute structure of Cidaridæ* (Quart. Journ. of. micr. sc., 1871).

² *Loc. cit.*

³ *Report on the Acanthology of the Roy. Irish Academy*, 1883.

⁴ *Loc. cit.*

Le centre de la jeune plaque, qui va produire un piquant, se renfle d'abord en une petite éminence arrondie qui s'accroît peu à peu et dans laquelle, au début, on ne distingue rien autre chose que les éléments mêmes de la plaque dont elle est un bourgeon.

Mais bientôt la différenciation de ce bourgeon commence ; il se divise en deux parties : l'une inférieure, dépendant toujours de la plaque, l'autre supérieure ; la première formera le tubercule, la seconde se différenciera pour former la radiole. La peau recouvre le tout ; c'est au-dessous d'elle que se constituent les nouveaux tissus.

Dès le début, le jeune bourgeon est vivement coloré en rouge par des corpuscules amœboïdes brun d'acajou ; ces cellules se réunissent là en grande abondance dans la peau et elles se montreront toujours, sur les jeunes tissus, en nombre d'autant plus grand que ceux-ci seront plus jeunes.

Si l'on rapproche cette observation de celle qui a été signalée à propos des réparations du test (p. 231), on acquiert la conviction que ces corpuscules amœboïdes bruns ont à jouer un rôle dans la formation des tissus de l'adulte. On ne peut toutefois faire que des hypothèses sur la nature et l'importance de leur rôle.

Ne pourrait-on pas cependant considérer ces globules colorés comme chargés de provoquer, dans les points où ils s'accumulent, une respiration locale plus intense nécessitée par les jeunes tissus qu'ils recouvrent et qui sont sans cesse en voie de développement ?

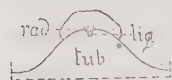


Fig. 1. — *tub*, tubercule naissant ; *rad*, radiolo naissante ; *lig*, ligament.

A ce moment, le piquant proprement dit est devenu indépendant du test (fig. 1), en ce sens qu'il est déjà représenté par une petite calotte de calcaire recouvrant le tubercule en formation, et n'étant rattaché à celui-ci que par du tissu organique. Il

est très facile de séparer ce rudiment de piquant du tubercule et, quand l'individu se dessèche, il s'en sépare de lui-même.

Une coupe, menée après décalcification par l'axe du piquant futur (fig. 2), nous montre que la petite calotte est constituée par les réseaux conjonctifs que nous connaissons dans le test lui-même,

mais que ces réseaux sont plus lâches au centre (moelle) qu'à la périphérie (couche moyenne). A la limite du tubercule, par conséquent immédiatement au-dessous du piquant, se trouve une couche qui commence à se différencier en tissu élastique, et, au sommet du tubercule, on aperçoit déjà

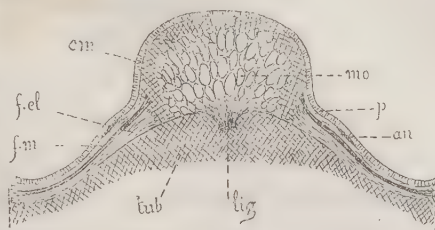


Fig. 2. — Coupe passant par l'axe du piquant et du tubercule de la figure 1. *tub*, tubercule; *lig*; ligament; *mo*, moelle; *cm*, couche moyenne; *fel*, fibres élastiques, *fm*, fibres musculaires; *an*, anneau nerveux.

une masse fibreuse qui est le ligament en voie de formation; sur le pourtour apparaissent aussi quelques fibres musculaires ainsi que l'anneau nerveux; enfin sur le tout, la peau.

En somme, nous retrouvons tous les éléments qui entreront dans la constitution du piquant entièrement développé, l'écorce exceptée, et voici comment va s'effectuer la suite de ce développement :

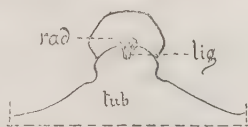


Fig. 3. — *tub*, tubercule; *rad*, radiale; *lig*, ligament.

La première partie qui se constitue définitivement est la partie articulaire, la tête; pendant ce temps, la baguette ou tige se forme, elle aussi, et ne tarde pas à apparaître distinctement au-dessus du bourrelet. Les figures 1, 2, 3, 4 permettent de suivre ces transformations. Remarquons que, dans la figure 4, le tubercule a acquis, sinon sa dimension, du moins sa forme définitive; la base articulaire, presque complètement développée, donne déjà attache à des muscles puissants et à l'anneau élastique, non figurés sur le croquis ci-contre ¹.

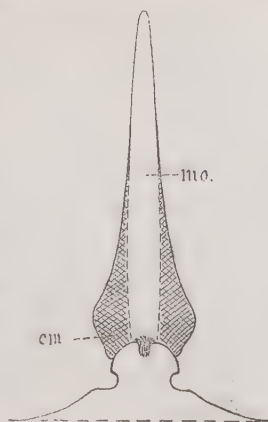


Fig. 4. — Radiole dont la tête articulaire est presque entièrement développée et dont la jeune tige n'est encore constituée que par la moelle *mo* et la couche moyenne *cm*. Le tubercule et les tissus de l'articulation ont acquis leurs caractères définitifs.

¹ Ces figures ne sont que de simples croquis destinés à guider le lecteur et à

Quant à la baguette proprement dite, nous voyons qu'elle est encore bien différente de ce qu'elle sera plus tard ; sa structure est intéressante à étudier en ce moment.

Dès le début (fig. 2), nous avons vu apparaître deux sortes de tissus calcaires : celui qui caractérise la moelle de l'adulte et celui de la zone moyenne. Une coupe de la jeune radiole de la figure 4 montre que ces deux tissus existent encore seuls (fig. 5). La moelle est très



Fig. 5. — Secteur d'une coupe transversale de la radiole de la figure 4. *mo*, moelle; *cm*, couche moyenne

développée et forme à elle seule la partie terminale; le tissu treillissé, qui caractérise chez l'adulte la partie moyenne, forme ici la périphérie de la base, remonte le long de la tige et se perd avant d'atteindre le sommet.

Cette structure va persister longtemps encore et alors même que la radiole se sera très allongée (pl. XV, fig. 15).

La collerette n'est pas distincte, la baguette se raccorde sur la base par un simple congé; elle est lisse, marquée seulement de fines stries ; mais, la croissance continuant, la collerette ne tarde pas à se différencier et, alors, on voit apparaître au-dessus d'elle les petites dents qui ornent la radiole adulte (pl. XV, fig. 14). L'allongement se continue toujours par le sommet et les petites dents, qui ont apparu d'abord à la base (fig. 7.3), se multiplient en se rapprochant de plus en plus de celui-ci, qu'elles finissent par atteindre (fig. 7.4). A ce moment, le développement du piquant est terminé, sa forme et sa dimension ne se modifieront plus.

Il est toujours entièrement revêtu de la peau colorée par les globules brun acajou, et possède à sa surface un revêtement vibratile très actif.

Une coupe transversale de la radiole adulte nous montre alors qu'aux deux tissus préexistants, moelle et couche moyenne, est venue

éviter les équivoques; tous les détails sont supprimés, mais l'esquisse en est exacte.

s'ajouter l'écorce (fig. 6) et une coupe longitudinale nous apprend que cette écorce se termine brusquement au-dessus de la collerette qu'elle n'envahit jamais. Celle-ci se montre nettement délimitée à la base de la tige dès que l'écorce se forme, c'est-à-dire quand les ornements de la base de la baguette adulte prennent leurs caractères définitifs.

On peut résumer les diverses phases du développement ainsi qu'il suit :

- a) Apparition d'un bourgeon au centre de la plaque ;
- b) Division de ce bourgeon en deux parts : tubercule et piquant ; apparition du ligament, de l'anneau élastique, des muscles et de l'anneau nerveux ;
- c) Différenciation du tubercule et de la base articulaire simultanément avec l'apparition de la baguette ;
- d) Développement continu de la baguette ;
- e) Apparition de la *collerette*, provoquée par le dépôt de la couche corticale qui forme les dents ou ornements extérieurs de la radiole ; différenciation complète de l'écorce.

La conséquence immédiate est évidente : dans une radiole de *Dorocidaris*, la partie la plus ancienne est la base, le point le plus jeune est toujours le sommet. Il est non moins évident que le dépôt de calcaire se produit constamment dans la couche la plus externe du réseau organisé situé sous la peau et que, sur une section transversale, c'est toujours la moelle qui est la plus vieille.

Ces idées sont d'ailleurs clairement énoncées par W. Carpenter¹, qui regardait la « substance organique des couches externes formées les dernières, comme la partie essentiellement intéressée



Fig. 6. — Secteur d'une coupe transversale d'un piquant adulte. *mo*, moelle ; *cm*, couche moyenne ; *ec*, écorce.

¹ *The Monthly Microscop. Journal. On the spines of Echinida*, 1870.

pour former ces remarquables productions (piquants d'Echinidés) ».

Au point où nous l'avons laissée, la radiole a terminé sa croissance, elle est adulte. Sa structure ne sera plus modifiée, mais son aspect extérieur va l'être profondément.

La formation progressive de l'écorce entraîne la résorption lente de la peau, et du même coup, limite absolument le développement de la radiole, puisque, nous l'avons vu, cette peau est indispensable à la vie du réseau sous-jacent.

Stewart¹, dont j'aurai encore plus d'une fois l'occasion de rappeler les observations justes et précises, était donc dans le vrai quand il disait à propos des piquants des Cidaris que, probablement chez eux, la membrane molle qui revêt le test de tous les Echinodermes meurt après la formation de l'écorce.

Mais cette membrane, la radiole ne la perd point simultanément sur tous les points de sa périphérie. Elle commence à se résorber là où l'écorce est la plus vieille, c'est-à-dire immédiatement au-dessus de la collerette; d'autre part, la disparition de la peau entraîne celle de la couleur, et c'est pour cette raison que l'on voit les radioles commencer à se décolorer par la base et que parfois on en observe quelques-unes qui présentent l'aspect étrange figuré (pl. XV, fig. 14). La baguette meurt peu à peu par sa base tandis qu'elle continue à vivre encore par son sommet, aux dépens des matériaux de réserve accumulés dans cette partie.

Quoi qu'il en soit, la peau ne tarde pas à disparaître complètement et la radiole, désormais vouée au rôle d'une *jambe de bois*, est infailliblement envahie par les êtres que j'ai indiqués au commencement de ce mémoire.

Il est important de remarquer que *jamais* la collerette n'est dépouillée de sa peau, car elle n'est jamais recouverte par l'écorce et c'est là son caractère essentiel. Remarquons en passant qu'il est indispensable qu'il en soit ainsi pour assurer la conservation des muscles et autres tissus de l'articulation.

¹ *Loc. cit.*

J'ai disposé le schéma ci-contre (fig. 7), qui permet de suivre aisément les transformations d'ailleurs si simples de la baguette, mais pour être complet, je dois ajouter qu'il se forme autour de la fossette articulaire un bourrelet d'écorce destiné à renforcer les bords de cette fossette et que le tubercule s'encroûte lui aussi d'une couche très dure et lisse dont l'utilité est évidente.

II. — Quand un piquant en voie de développement est brisé accidentellement, il se répare très aisément; la peau se reforme au-dessus de la cassure et il se produit au centre, correspondant à la moelle, un foyer de développement actif. On voit alors (pl. XV, fig. 6) apparaître une petite éminence (*b*) qui s'allonge peu à peu et se développe en passant par tous les états successifs décrits plus haut.

Si le piquant qui a été brisé était déjà dépouillé de sa peau, il ne peut se réparer de la même façon et ici nous avons deux cas à distinguer: 1° celui où la cassure se produit vers l'extrémité du piquant; 2° celui où cette cassure a lieu non loin de la base articulaire.

Dans le premier cas, il n'y a pas de réparation; dans le deuxième, au contraire, il arrive très souvent que le fragment de baguette restant se détache de la base articulaire par suite de la formation d'une membrane transversale qui, partant de la peau de la collerette, traverse le piquant dans cette région. Le vieux tronçon étant rejeté, une nouvelle radiole naît sur la vieille tête articulaire. Ce

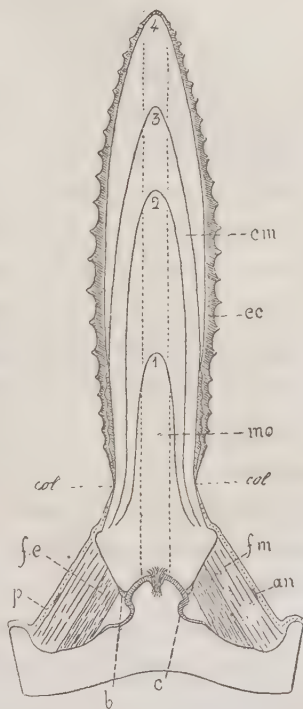


Fig. 7. — Schéma représentant 4 stades du développement de la baguette d'un Cidaridé numérotés de 1 à 4. *mo*, moelle limitée par la ligne ponctuée; *cm*, couche moyenne; *ec*, écorce; *col*, limite supérieure de la collerette; *b*, bourrelet d'écorce renforçant les bords de la fossette; *c*, croûte du tubercule adulte; *p*, peau; *fm*, muscles; *fe*, fibres élastiques.

mode de réparation est très fréquent; presque tous les *Dorocidaris* recueillis en présentent quelques exemples.

Si l'on veut bien tenir compte de ce qui a été dit sur la locomotion du *Dorocidaris* en même temps que des faits rapportés dans les lignes qui précèdent, on aura l'explication facile de toutes les formes affectées par les radioles d'un même individu.

Considérons un *Dorocidaris* adulte à huit ou neuf plaques interambulacraires et supposons-le intact. Il présente depuis le péristome jusqu'à l'équateur, des radioles dont la longueur augmente progressivement; cette variation dans la longueur de la baguette est due à la place occupée par le piquant et non à son âge (puisque les plus vieux sont les plus courts), et elle résulte de la nécessité où se trouve l'animal, de pouvoir atteindre avec toutes ses radioles adorales le sol sur lequel il repose. Celles de ces radioles qui sont portées par les plaques 1, 2 et 3, ont une tige aplatie; forme normale, adulte, adaptée à la fonction de préhension. (Je ne représente pas ces diverses formes de radioles; elles sont figurées dans les mémoires de A. Agassiz.)

Les radioles suivantes présentent leur extrémité quelque peu renflée et taillée en biseau; cette forme est aussi normale et définitive; elle caractérise le piquant essentiellement locomoteur, dont l'extrémité a été modifiée par suite du contact avec le sol.

Depuis l'équateur jusqu'au pôle apical, les radioles diminuent progressivement de longueur, et cette variation est due à l'âge, ainsi que les formes diverses qu'elles affectent dans cette région. On y rencontrera toutes les formes de la radiole en voie de développement sur lesquelles nous avons insisté précédemment.

Si l'individu considéré n'est pas supposé intact depuis sa naissance, alors on trouvera des variations brusques dans la forme des radioles, et cela dans toutes les régions; l'explication de ces variations se trouve tout naturellement dans ce qui a été dit au sujet de la réparation des radioles après cassure.

Quant à la couleur des baguettes, nous avons également vu les causes qui la faisaient varier.

Toutes ces considérations ont un intérêt pratique, si on les fait intervenir dans la détermination des espèces.

J'ai eu entre les mains un *Dorocidaris* adulte, dont toutes les radioles (excepté celles du bord du péristome) étaient en train de renaître sur leur base articulaire, et elles se trouvaient à peu près au stade 2 de la figure 7; elles étaient par conséquent d'un beau rouge, effilées, lisses, sans collerette, et très certainement, si je n'avais été prévenu par mes observations antérieures, j'aurais cru avoir devant moi une espèce différente du *D. papillata*.

III. *Observations générales sur les radioles des Cidaridés.* — D'après ce que nous avons vu sur le développement de l'écorce, on serait tenté de croire que c'est elle seule qui prend part à la formation des ornements de la radicale, ce qui n'est pas exact. Chez le *Dorocidaris*, on voit déjà la couche moyenne dessiner sur la tige de légers sillons longitudinaux, mais en somme, c'est l'écorce qui produit les dents caractéristiques.

Dans les espèces qui ont des ornements très proéminents et volumineux comme le *Phyllacanthus verticillata* par exemple, la couche moyenne prend une plus large part à leur constitution, comme on peut s'en assurer par des coupes; dans ce cas, et dans tous les cas semblables, les ornements de la baguette seront déjà bien dessinés quand l'écorce viendra les recouvrir.

C'est la couche moyenne qui donne la forme générale, le galbe, dont l'écorce termine l'ornementation.

A. Agassiz insiste très justement sur les différentes formes de radiale que l'on trouve chez une même espèce. Les figures 21, 22, 16, 17, etc., de la planche (1^{re})¹ donnent une idée de ce que peuvent être ces variations chez le *Phyllacanthus annulifera* et le *Phyllacanthus baculosa*¹. Plus récemment, le même auteur revient

¹ *Revision of the Echini.*

sur le même ordre d'idées au sujet du *Dorocidaris Blakei*, qui présente d'une part des radioles très semblables à celles du *D. papillata*, et d'autre part, d'autres radioles que, d'après lui, peu de paléontologistes auraient hésité à rapporter à l'espèce *Rhabdocidaris remus* (Des.) du terrain jurassique¹.

Agassiz fait remarquer le danger qu'il peut y avoir à déterminer une espèce sur le simple examen de ses radioles.

Je partage complètement les idées du savant échinologiste de Cambridge, mais je crois qu'il est un ordre d'erreurs contre lesquelles on peut se prémunir.

Etant donnée une espèce quelconque de *Cidaris*, il y a deux raisons pour lesquelles la forme et les dimensions des radioles varient.

La première résulte de la place occupée par la radiole sur le test. L'exemple du *D. Blakei* est frappant et je ne vois guère d'autre moyen d'éviter les erreurs de détermination qui pourraient provenir de ce changement de forme, que par un examen comparatif de variations analogues dans des espèces entièrement connues.

La seconde est la conséquence du développement de la radiole. Le *Phyllacanthus imperialis* a de grosses baguettes qui ne sont pas complètement en massue, mais s'en rapprochent : leur extrémité est large, arrondie, ornée de côtes longitudinales saillantes. Au milieu de ces baguettes, j'en trouve une, aussi longue que certaines d'entre elles, qui est conique, pointue et lisse. Il est presque certain que si on avait à déterminer ces deux formes de radioles prises séparément, on ne les rapporterait pas à la même espèce de *Cidaris*.

C'est ce genre d'erreurs qui peut être évité dans bien des cas, si l'on veut bien admettre que ce qui a été dit sur le développement des radioles du *Dorocidaris* s'applique à tout autre membre de la même famille. Et en réalité, l'identité de structure des radioles,

¹ *Reports on the results of Dredging by the « Blake », part. I, Rep. on the Echini.* Cambridge, 1883.

chez tous les Cidaridés, doit entraîner forcément l'identité de leur développement.

Pour mettre toutes les chances de son côté, il faut (dans le cas où le test est absolument inconnu) ne baser une détermination que sur l'examen de radioles adultes. Il faut donc avoir un moyen de reconnaître ces dernières.

Pour les espèces vivantes, la chose est facile, il suffit de faire une coupe mince. Si l'écorce est développée sur toute la hauteur de la baguette, la forme de la radiole est définitive. Mais, pour les formes fossiles, il faut avoir recours à d'autres moyens.

La première partie à examiner est la *collerette*; supposons-la bien développée: il pourra se présenter deux cas:

1° La baguette possède des ornements, dents, granules, etc., sur toute sa longueur jusqu'au sommet; dans ce cas, la radiole est adulte;

2° La baguette n'a d'ornements que dans sa partie inférieure et est entièrement lisse sur le reste de sa longueur; dans ce cas, la radiole n'est pas adulte, mais elle n'est pas très éloignée de son état définitif; elle a acquis à très peu près sa dimension maxima; sa forme générale ne peut être très différente de la forme adulte et on peut avoir une idée assez exacte de ce que la radiole serait devenue, si son développement n'avait pas été arrêté, en restituant à la partie lisse les ornements de la base.

Dans aucun cas, on ne pourra assigner comme caractère distinctif l'absence d'ornements dans la partie supérieure de la tige.

Si la *collerette* n'est pas indiquée, la radiole doit être considérée comme une forme jeune, dangereuse à décrire même si on distingue déjà des traces d'ornementation, car les modifications qu'a encore à subir la baguette peuvent être très profondes.

Si, en même temps, la tête articulaire n'est pas bien différenciée, c'est qu'on a affaire à une forme très jeune.

Pour apprécier l'âge d'une baguette, il ne faudrait d'ailleurs pas se fier à la tête articulaire (le cas précédent excepté), car, nous

l'avons vu, sur une tête très vieille peut naître une baguette très jeune.

Les formes coniques, courtes, lisses, qu'elles possèdent ou non une tête bien développée, mais sans collerette, devront être rejetées absolument, car elles peuvent appartenir aux espèces et aux genres les plus éloignés. C'est ainsi qu'au stade 2 du schéma donné ci-dessus la tige d'une radiole de *Dorocidaris* et celle d'une radiole de *Cidaris clavigera* seront, si mes vues sont exactes, presque identiques l'une à l'autre.

PIQUANTS SECONDAIRES.

Ils sont courts, aplatis, finement striés longitudinalement; leur extrémité est mousse. La structure en est très simple: il n'y a point d'écorce, mais seulement, comme le dit Stewart¹, une « moelle passant graduellement vers la périphérie à une couche qui correspond à la couche moyenne des piquants primaires ».

Ces piquants, privés d'écorce, restent donc constamment revêtus de la peau, comme chez les Echinidés; leur articulation est constituée, comme chez ces derniers, sans ligament.

Le tubercule est peu proéminent et porte un tout petit mamelon. Quant à l'anneau nerveux, il n'est pas différencié. Les muscles de l'articulation sont simplement innervés par les faisceaux de fibrilles nerveuses qui passent entre les tubercules.

J'ai figuré une coupe transversale de la région supérieure d'un de ces piquants décalcifié, afin d'en montrer le réseau organisé (pl. XV, fig. 17 et 18). On voit les petits canalicules dans lesquels cheminent les globules mûriformes et l'on remarque que les cellules épidermiques sont exclusivement logées dans les sillons superficiels. Entre les sillons, se trouvent les baguettes calcaires *K*, recouvertes seulement par la cuticule. Il arrive souvent que les éléments amœ-

¹ *Loc. cit.*

boîdes cheminant dans le réseau viennent se loger dans ces petits sillons entre les cellules (fig. 18, *gm*).

Tous ces piquants secondaires, quand on les observe sur un individu en bon état, présentent à la base une sorte d'ampoule (pl. XV, fig. 6) blanche, transparente, située du côté opposé à celui sur lequel le piquant s'incline, lorsqu'il se rabat pour protéger les parties voisines.

Ces ampoules ont été vues par O. Hamann¹, pendant que je poursuivais mes recherches. Je n'avais pas jugé à propos de les signaler dans une note préliminaire, mais je dois aujourd'hui en dire quelques mots.

O. Hamann écrit : « Jeder Stachel, der grösste, längste, bis herab zum kleinsten, besitzt an seiner Basis Drüsenballen, die aus grossen schlauchförmigen Zellen zusammengesetzt sind. » L'auteur entend-il désigner les radioles par *grösste, längste* ? Je le suppose et, dans ce cas, je ne puis confirmer son dire, car ce sont les piquants secondaires *seuls* qui possèdent les ampoules basilaires.

Quant à leur constitution histologique, elle paraît mal interprétée par O. Hamann.

Pour nous, ces ampoules (pl. XV, fig. 6e) ne sont rien autre chose que des boursouflures de la membrane qui recouvre le piquant, boursouflures remplies de liquide et qui s'affaissent subitement quand on les pique à l'aide d'une aiguille bien acérée.

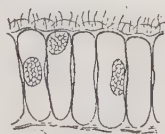


Fig. 8. — Coupe optique de la membrane d'une ampoule.

La membrane qui les forme est constituée comme la peau du test, avec cette différence qu'elle est beaucoup plus épaisse en cet endroit et que les espaces intercellulaires entre les cellules de soutien sont énormes et très réguliers. Observés sur le vivant, ceux-ci offrent en coupe optique l'aspect figuré ci-contre (fig. 8) et on peut alors très bien les prendre pour de véritables cellules, tandis que, en réalité, ce

¹ *Jenaische Zeits. f. Natur. Wissenschaft*, Supplément, Heft. I, 1886.

sont de simples alvéoles intercellulaires renfermant des globules mûriformes amœboïdes, qui, sous une faible compression, s'échappent au dehors.

Si l'on fait une coupe normale à cette peau (fig. 9), après avoir

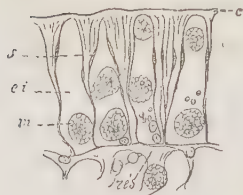


Fig. 9. — Coupe de la membrane d'une ampoule. *res*, réseau conjonctif; *ei*, espaces intercellulaires; *s*, cellules de soutien; *m*, globules mûriformes; *c*, cuticule.

traité le piquant par les réactifs, on voit que ces globules sont renfermés dans les espaces qui séparent les cellules de soutien disposées ici comme dans la peau du test, mais beaucoup plus hautes et très étroites. Ces cellules, réunies par la cuticule ciliée, se groupent de façon à constituer les alvéoles (fig. 10) dans lesquelles se glissent les corpuscules mûriformes, tout comme nous

l'avons vu précédemment.

Je ne vois là rien qui mérite le nom de cellule glandulaire; les



Fig. 10. — Coupe tangentielle de la membrane d'une ampoule; *ei*, espaces intercellulaires; *n*, noyau des cellules de soutien; *m*, globules mûriformes.

ampoules basilaires des petits piquants ne renferment pas plus de glandes que le reste de la peau, et je ne peux comprendre à quel élément histologique Hamann fait allusion lorsqu'il parle des *Drüsenzellen* revêtues de cils vibratiles sur leur surface et remplies de granulations.

Peut-être est-ce les globules mûriformes que l'auteur allemand a pris pour des cellules glandulaires faisant partie de la membrane de l'ampoule,

PÉDICELLAIRES.

I. Les pédicellaires des Cidaridés ont été souvent décrits et figurés, ceux du *Dorocidaris papillata* en particulier se trouvent dans les mémoires de MM. Perrier¹, Agassiz² et Kœhler³... où ils sont repré-

¹ Recherches sur les pédicellaires et ambulacres des Astéries et des Oursins.

² Loc. cit.

³ Loc. cit.

sentés avec plus ou moins d'exactitude. On sait que tous ces pédicellaires ont leur tête directement articulée sur une tige rigide. M. Perrier distingue deux formes : les pédicellaires *inermes* et les *armés*. Les premiers ont des valves étroites, allongées, garnies de très petites dents ; M. Kœhler les appelle avec raison tridactyles ; ils correspondent bien, en effet, à ceux que l'on désigne ainsi chez les Echinidés.

Les seconds (armés) n'ont été bien décrits que par Stewart ¹, qui a donné une excellente figure d'une des valves. Cet auteur a indiqué que les valves de cette sorte de pédicellaire sont creusées d'une vaste cavité, communiquant avec l'extérieur par une grande ouverture triangulaire bordée de dents, ainsi que par un étroit canal creusé dans le crochet terminal. Ces valves sont toujours courtes et très renflées.

Stewart serait d'avis de les considérer comme les analogues des pédicellaires *gemmaformes* et je partage son opinion, car j'ai trouvé, dans la cavité des valves, une glande très semblable à celles des pédicellaires *gemmaformes* des Echiniens. Quand on examine un de ces organes sous le microscope, dans de l'eau de mer additionnée d'alcool, on voit très souvent sourdre à son extrémité une certaine quantité de mucus, et, si l'on fait des coupes minces dans ce pédicellaire, on constate que le mucus est produit par trois glandes qui remplissent les cavités des trois valves. Je ne m'arrête pas à étudier l'histologie de ces organes ; je donne simplement un croquis demi-schématique d'une coupe longitudinale d'une valve, pour bien montrer la position de la glande et aussi pour indiquer que la grande ouverture de la ca-

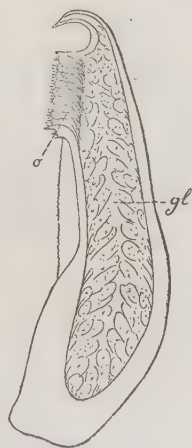


Fig. 11. — Coupe demi-schématique d'une valve de pédicellaire glandulaire de *Dorocidaris*. *gl*, glande ; *o*, cellules situées devant l'ouverture triangulaire au-dessous du crochet terminal.

¹ On certain Organs of the cidurière, 1877.

vitée située au-dessous du crochet n'est pas librement ouverte au dehors, mais est fermée par de grosses cellules à contenu granuleux et pourvues d'un revêtement cilié très développé. Il serait bien possible qu'il y eût là des terminaisons nerveuses; je n'ai pas poursuivi leur recherche.

Si nous comparons une valve de pédicellaire gemmiforme de *Dorocidaris* à l'organe analogue du *Sph. granularis* par exemple, nous voyons que leur analogie consiste dans la présence de la glande à



Fig. 12. — Coupe transversale d'une valve de pédicellaire glandulaire de *Dorocidaris*. *gl.*, glande; *calc.*, paroi calcaire de la valve.

mucus, mais que cette glande est différemment située dans ces deux types, par rapport aux valves calcaires. Chez le *Sph. granularis*, la glande est appendue à la valve calcaire et pourvue de muscles puissants; chez le *D. papillata*, elle est renfermée dans la valve elle-même et l'on ne s'explique pas facilement comment le

produit de sa sécrétion est chassé mécaniquement au dehors, car elle ne paraît pas munie de fibres musculaires, et, d'ailleurs, le volume de la poche à mucus n'est pas susceptible de diminuer, puisqu'elle est attachée aux parois d'une chambre rigide. On ne peut faire que des hypothèses, mais on doit admettre que le mucus est capable de s'échapper à la volonté de l'animal, probablement sous l'influence de l'excitation des cellules qui ferment la grande fenêtre de la chambre glandulaire.

Ces pédicellaires glandulaires sont gros, leur tête a fréquemment plus de 1 millimètre de long, mais la tige reste toujours courte.

Il existe un autre genre de pédicellaires beaucoup plus petits que les précédents et qui paraissent en être des diminutifs; d'accord avec M. Kœhler, je suis d'avis qu'on doit les considérer comme des formes définitives.

Cette forme, très répandue un peu partout sur le test, exclut les deux autres sur la membrane péristomienne. Or, O. Hamann¹ dit

¹ *Loc. cit.*

qu'il a trouvé des pédicellaires glandulaires chez le *D. papillata* sur la membrane buccale ; par conséquent, il s'agit forcément de ceux qui nous occupent en ce moment.

Sans prétendre qu'il n'existe jamais de glandes dans cette forme intermédiaire entre le tridactyle et le pédicellaire glandulaire à grosse tête, je constate que, chez beaucoup d'entre eux, les glandes ont avorté et que le type du pédicellaire glandulaire reste celui décrit par Stewart et dans lequel j'ai observé, sans une seule exception, la présence des sacs à mucus.

Ceux-ci se rencontrent sur les plaques anales (en petit nombre), sur les plaques génitales, sur les aires interambulacraires, de préférence près des lignes suturales, et je confirme l'observation de Stewart au sujet des formes à quatre valves qu'il a trouvées sur le pôle apical ; cette anomalie est assez fréquente.

Quant aux pédicellaires tridactyles, on les rencontre autour des radioles entre les piquants secondaires, et sur les aires radiales près de la suture médiane.

II.—*Considérations sur les fonctions et les homologues des pédicellaires.*

— Depuis que O.-F. Müller a décrit les pédicellaires des Oursins, il n'est, pour ainsi dire, pas d'hypothèse que l'on n'ait émise au sujet de leurs fonctions et, il faut bien l'avouer, tout ce que nous savons de plus aujourd'hui, après avoir acquis des notions précises sur leur histologie, c'est que les pédicellaires ne sont ni des parasites ni des embryons d'Oursins. La seule hypothèse qui puisse être acceptée pour le moment est celle qui, basée sur la constitution de la tête de ces organes et sur la façon dont certains d'entre eux cherchent constamment à mordre, en fait des organes de défense.

Il faut ajouter à cela la présence dans les pédicellaires gemmiformes de glandes qui, à tort ou à raison, ont été considérées comme des glandes veninifiques.

Toutefois, il est à remarquer que les pédicellaires munis de glandes sont toujours les moins mobiles et les plus inhabiles à

mordre. Il suffit, pour s'en convaincre, d'observer, sur un *Sphærchinus granularis*, les pédicellaires gemmiformes qui sont bien connus et atteignent des proportions inusitées.

On les voit branler maladroitement leur grosse tête sur leur tige rigide, pendant que tout autour d'eux les pédicellaires trifoliés se tordent dans tous les sens. Vient-on à les toucher, ils mordent ; mais s'ils n'ont point saisi l'objet, ils restent longtemps avant de s'ouvrir de nouveau, et, si le corps étranger a été mordu, ils paraissent incapables de s'en débarrasser.

Quoi qu'il en soit, la présence de glandes appendues à ce que l'on pourrait appeler un *crochet à venin* et ce fait que l'on trouve très souvent des pédicellaires gemmiformes soit de *Sph. granularis*, soit de toute autre espèce, attachés aux téguments des poissons, mollusques, annélides, etc., ne permettent guère de douter que ce soient des organes de défense.

On connaît l'observation rapportée par A. Agassiz d'après laquelle il regarde les pédicellaires du pôle apical comme chargés de débarrasser le test des excréments rejetés par l'anus. Je n'ai, quant à moi, jamais pu vérifier cette observation, malgré le nombre considérable d'Oursins que j'ai observés.

Dans ces derniers temps, on a voulu attribuer aux pédicellaires d'autres fonctions qui, pour nous, ne sont pas admissibles.

Suivant MM. Romanes et Ewart, les pédicellaires serviraient à la locomotion. Il suffit d'avoir observé quelques Oursins sur le bord de la mer pour acquérir la conviction que le pédicellaire ne peut entrer pour rien dans la locomotion de ces animaux et que, si l'on voit parfois des *Echinus microtuberculatus* suspendus à des Zostères ou autres plantes marines, c'est à l'aide de leurs seuls tentacules ambulacraires qu'ils y sont attachés.

D'autre part, O. Hamann¹ dit : « Bei *Echinus microtuberculatus* stehen die drüsentragenden Pedicellarien meist auf der Rücken-

¹ Loc. cit.

fläche und dienen, wie ich mich an vielen im Aquarium gehaltenen Tieren überzeugen konnte, dazu Tangblätter, etc., festzuhalten, mit denen sich der Seeigel in Ruhelage wie in Bewegung begriffen maskiert. Hierbei ist ihnen das schleimige Sekret ihrer Drüsenpedicellarien von grösstem Nutzen. »

Certainement l'*E. microtuberculatus* attire souvent sur son apex des débris d'algues ou de zostères, mais c'est à l'aide de ses ambulacres et non de ses pédicellaires.

Le *Strongylocentrotus lividus* est encore bien plus habile que le précédent à couvrir ainsi son orifice anal. Le long de la côte de la baie de Banyuls, quand l'eau est calme et limpide, on aperçoit des centaines de ces Oursins immobiles dans leurs trous ; ils ont tous attiré sur leur pôle apical quelque corps étranger, débris d'algues, fragments de carapaces de Crustacés, coquilles diverses, et souvent même des dépouilles de leurs semblables. Il ne viendra jamais à l'idée d'un observateur que ces Oursins retiennent ces corps avec leurs pédicellaires ; cela leur serait parfaitement impossible. D'ailleurs, il est facile de s'assurer par la simple observation que tous ces débris divers sont retenus à l'aide des tentacules ambulacraires.

On doit donc rejeter les opinions de Romanes, Ewart et O. Hamann et, plutôt que d'attribuer aux pédicellaires des fonctions aussi singulières, il vaut mieux avouer que la question est toujours pendante, mais que la seule hypothèse raisonnable est celle qui en fait des organes protecteurs du test.

L'étude des pédicellaires du *D. papillata* ne fournit aucun éclaircissement sur la question. Ils sont peu redoutables comme organes de défense, car ils ne peuvent se mouvoir que dans des limites très restreintes autour de leur point d'attache, et que, par conséquent, leur zone d'action est très réduite. Ils sont d'ailleurs incapables de mordre un ennemi quelconque déjà fixé sur le test, à cause du peu de mobilité de leur tête.

III. — Agassiz a montré, par l'étude du développement de ces or-

ganes chez les Astéries et par d'intéressantes considérations que lui a suggérées la comparaison de divers types d'Echinides, que le pédicellaire était l'équivalent morphologique du piquant.

Voici ce que l'on observe chez les Oursins réguliers.

Le piquant, nous l'avons dit, apparaît, dès le début, comme un bourgeon du test. Ce premier stade, avant lequel rien n'annonce l'apparition du piquant, est représenté ci-contre chez un jeune *Str.*

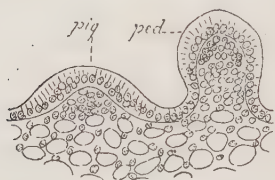


Fig. 13. — Coupe normale passant par deux bourgeons dont l'un, *piq.*, formera un piquant, et l'autre, *ped.*, un pédicellaire.

lividus. On voit une légère éminence qui soulève la peau plus épaisse à cet endroit (piq.).

A côté, se trouve un deuxième bourgeon de la même plaque (péd.) constitué comme le premier, mais de forme différente. L'un (piq.) formera un piquant, l'autre (péd.) formera un pédicellaire.

Suivons le développement de ce dernier : nous verrons que son extrémité distale se différencie très rapidement en trois lobes, qui sont la première indication des trois mâchoires du pédicellaire, dont les muscles ne tardent pas à se former aux dépens des cellules formatrices accumulées dans le bourgeon. Il se constitue ainsi une petite tête de pédicellaire et en même temps la tige apparaît au-dessous nettement différenciée, mais courte.

Dans le bourgeon (péd.) de la figure 13. On voit que déjà, vers l'extrémité, les cellules formatrices se groupent pour constituer la tête et, dans une coupe de pédicellaire naissant de *Dorocidaris* adulte (pl. XV, fig. 5), on voit cette tête plus nettement indiquée par le groupement des cellules à l'extrémité du bourgeon ainsi que par les différences d'épaisseur de la peau qui s'amincit vers le sommet où vont peu à peu se creuser les sillons limitant les trois valves.

Il résulte de ce qui précède que, dans un pédicellaire, la partie qui se développe la première est la tête ou le sommet.

Cette conclusion ne modifie pas l'équivalence morphologique du piquant et du pédicellaire qui ont tous deux la même origine, mais

elle nous indique une différence intéressante dans le mode de développement subséquent de ces deux sortes d'appendices du test.

Dans un piquant de *Dorocidaris*, le sommet est la partie la plus jeune; dans un pédicellaire, au contraire, c'est la partie la plus âgée.

IV. — Dans ces derniers temps, O. Hamann¹ a décrit chez le *Sphærechinus granularis* de nouveaux organes répandus sur la surface du test, auxquels il donne le nom de *globifères* (globiferen). Quoique l'auteur ne nous ait fait encore connaître ces organes que par une courte note, il est bon, d'ores et déjà, de faire quelques réserves.

Les *globifères* existent chez le *Sph. granularis* tels que les décrit Hamann, la question est de savoir si ce sont des organes réellement distincts des pédicellaires, et voici pourquoi :

On sait qu'il existe sur la tige de tous les pédicellaires gemmiformes du *Sph. granularis* trois glandes volumineuses plus ou moins sphériques, munies chacune d'une ouverture par où elles laissent échapper un mucus abondant. Ces glandes ont été décrites par Føettinger², puis par Kœhler³, et sont connues de tous ceux qui ont eu entre les mains un *Sphærechinus*. Føettinger a aussi observé de semblables glandes chez l'*E. melo* et l'*Echinometra subangularis*.

Ces glandes ont exactement les mêmes caractères que ceux assignés par Hamann aux trois glandes des Globifères et se présentent en même nombre. Supposons un pédicellaire gemmiforme dont la tête a été détachée, ce qui est très fréquent chez le *Sphærechinus*, il restera sur le test une tige portant trois glandes et, si de plus la portion de la hampe qui dépasse ces glandes vient à se résorber et à disparaître, ce qui est très possible, on aura un Globifère parfait. Dans ce cas, le Globifère ne serait qu'un reste de pédicellaire.

Je ne crois pas que l'habile histologiste de Göttingen ait commis

¹ Loc. cit.

² Structure des pédicell. gemmiformes du *Sphærechinus granularis* (Arch. biol., t. II, 1881).

³ Loc. cit.

cette méprise, mais du moins il eût été bon de discuter ce cas embarrassant.

Écartons cette hypothèse et admettons que le Globifère n'a jamais eu de tête de pédicellaire.

D'après ce qui vient d'être dit sur le développement de ces derniers organes, le Globifère ne peut pas être un jeune pédicellaire, puisque la tête serait développée en premier lieu; ce ne peut être autre chose qu'un pédicellaire gemmiforme dont la tête a avorté, et il est probable qu'on retrouvera les Globifères seulement chez les espèces qui possèdent des pédicellaires dont la hampe est munie de poches à mucus.

TUBE DIGESTIF.

I. — Quand on décrit l'organisation d'un Oursin, on le suppose généralement placé dans sa position naturelle, c'est-à-dire la bouche en bas. Nous n'adopterons pas cette orientation et nous placerons le Dorocidaris sur son pôle apical, la bouche en haut.

Ce retournement de l'Oursin peut, au premier abord, sembler inopportun; voici les raisons qui nous ont paru le légitimer :

Le jour où les auteurs compétents se seront mis d'accord pour établir la morphologie des Échinodermes, il sera nécessaire d'adopter une orientation unique et, si l'on parvient à suivre la phylogénie de ces êtres, il est tout naturel de penser que le point de départ sera fourni par les Crinoïdes.

Or, ceux-ci, dans leur position normale, ont la bouche tournée vers le haut; on devra donc, pour faciliter les rapprochements et les comparaisons, placer également en haut la bouche des Astéries, des Ophiures et des Oursins. Quant aux Holothuries, cette position se trouvera toute naturelle pour un certain nombre d'entre elles.

Ce n'est certainement pas en donnant une orientation conventionnelle à un être que l'on peut modifier la valeur morphologique d'un

organe, mais si cette position conventionnelle a pour effet de faciliter les comparaisons, ne doit-on pas l'adopter ?

On objectera que, puisque les Échinodermes ayant la bouche tournée vers le bas, sont en majorité, il est plus logique de changer la station de la minorité et qu'il faut, par conséquent, retourner les Grinoïdes et les Holothuries.

Telle n'est pas notre manière de voir, car, en plaçant tous les Échinodermes la bouche en haut, non seulement on tient compte de la station du type primitif, mais encore on se conforme à une règle que l'on est instinctivement porté à suivre et qui consiste à placer en haut la bouche de tous les animaux que l'on décrit.

Il y a longtemps déjà que M. de Lacaze-Duthiers a fait ressortir les avantages de cette règle, soit dans ses travaux, soit devant ses auditeurs de la Sorbonne.

Si l'on voulait s'astreindre à figurer et à décrire chaque animal dans sa station préférée, on arriverait, et cela dans un même ordre, à des oppositions qui rendraient parfois les descriptions embarrassantes.

Quand un zoologiste figure un être dont il ignore la station normale, soit parce qu'il n'a pu l'observer, soit qu'en réalité une station quelconque est indifférente à l'animal en question, comme c'est le cas pour certaines formes pélagiques, il ne manque pas de se conformer à la règle énoncée plus haut et, s'il ne le fait pas, ceux qui viennent après lui rectifient l'orientation d'un commun accord.

J. Müller, dans ses beaux mémoires sur les formes larvaires d'Échinodermes, a orienté tous les *Pluteus* la bouche en bas. Les observateurs qui lui ont succédé ont renversé la position de la larve et ils ont bien fait; quoique, si on se place au point de vue de la station naturelle du *Pluteus*, il n'y ait aucune bonne raison à invoquer pour donner tort à Müller.

Nous placerons le *Dorocidaris* la bouche en haut et quant à son orientation autour d'un axe vertical, nous suivrons les vues de Loven, pour qui le radius III est antérieur et la plaque madréporique droite antérieure si l'animal est placé sur la bouche, gauche an-

térieure s'il est placé sur son pôle apical ; cette plaque appartient à l'interradius II.

II. *Appareil masticateur et Pharynx.* — Le *D. papillata* possède un appareil masticateur ou Lanterne, construit sur le même plan que celui des autres Oursins réguliers ; sans nous attarder à une description détaillée de cet appareil, nous rappellerons quelques-uns de ses caractères propres aux Cidaridés et nous insisterons sur ses rapports avec le pharynx et la membrane péristomienne.

Les dents du Dorocidaris ne possèdent pas de carène dentaire (*crista-dentalis*, Val.). Leur extrémité inférieure ou *plume* (chez les Échinidés) ne fait point saillie au dehors de l'ensemble de l'appareil ; il n'y a pas de sacs *dentaires*.

Les arcs transverses des mâchoires ne sont pas soudés.

Les apophyses du test ou *auricules*, sur lesquelles s'attachent les muscles des mâchoires, appartiennent aux plaques interambulacraires. Elles ne se soudent deux à deux au-dessus des *radii*¹ que dans les vieux individus.

Les pièces articulaires (faux) ne présentent rien de particulier ; les branches des pièces en Y (compas) sont très courtes et bilobées.

Comment la membrane péristomienne est-elle attachée à l'appareil masticateur ?

Sur le pourtour de l'orifice buccal, cette membrane forme une lèvre circulaire revêtue d'un épithélium qui rappelle celui de l'extrémité supérieure du pharynx, et par sa couleur et par la forme de ses cellules.

Les cinq arcs de cette lèvre correspondant aux cinq mâchoires sont rattachés à l'extrémité de ces dernières (pl. XVIII, fig. 1, *i*), et les cinq parties correspondant aux *radii* se replient plus profondé-

¹ Les cas de soudure des auricules sont assez fréquents chez les Dorocidaris de grande taille, il sera donc prudent, si l'on veut conserver dans les caractères des Cidaridés l'indépendance des auricules, d'ajouter que ce caractère est seulement applicable aux individus encore en voie de croissance.

ment vers l'intérieur pour venir se souder à la paroi pharyngienne, dans l'intervalle de deux mâchoires (pl. XVIII, fig. 1). De plus, la membrane péristomienne est, dans chacun de ces intervalles, solidement attachée aux extrémités des mâchoires.

La partie du tube digestif, comprise dans l'appareil masticateur, a été appelée *pharynx*. Sa forme générale est celle d'un prisme droit à base pentagonale; les faces du prisme sont opposées aux mâchoires et sont, par conséquent, interradianes, tandis que les arêtes correspondent aux aires ambulacraires. Vers l'extrémité buccale du pharynx, ces arêtes s'incurvent pour pénétrer entre deux mâchoires contiguës, dans le radius correspondant (pl. XVIII, fig. 1, *ar*; pl. XVII, fig. 1, *ar'*).

Le pharynx présente cinq lèvres situées vis-à-vis des dents dans la gouttière desquelles elles sont logées (pl. XVII, fig. 1, *l*). Chacune d'elles est formée par un repli de la paroi pharyngienne dont la section représente un S (pl. XVIII, fig. 1, *l*); à l'un des ventres de l'S correspond la lèvre, tandis que l'autre forme un bourrelet (*b*) saillant vers l'intérieur. Après s'être repliée de la sorte, la paroi du pharynx s'attache à l'intérieur de la mâchoire correspondante, par une membrane conjonctive (*q*) (pl. XVIII, fig. 1; pl. XVII, fig. 2).

Avec les cinq lèvres pharyngiennes, alternent cinq sillons au fond desquels les lèvres péristomiennes (*lp*) se soudent par accolement à la couche épithéliale du pharynx.

Toute communication entre l'intérieur et l'extérieur du test est donc impossible au pourtour des dents; il importe d'insister sur ce point, car Stewart¹ est d'avis qu'elle doit exister.

Le pharynx a, avec l'appareil masticateur, des attaches plus solides que celles dont nous venons de parler. Il est suspendu par dix lames conjonctives (pl. XVIII, fig. 1; pl. XVII, fig. 1, *s*), renforcées sur leurs bords libres par un cordon musculaire, situées de part et d'autre des arêtes pharyngiennes. Ces lames sont fixées aux mâchoires, aux

¹ *Loc. cit.*

angles internes de leurs faces latérales, tout près des pièces articulaires ; elles se prolongent au delà jusqu'à la membrane de revêtement de tout l'appareil, tandis que, vers la bouche, elles se réunissent par paires correspondant aux faces du pharynx, et se terminent en bordant l'infundibulum de la lèvre (pl. XVII, fig. 1, s).

En outre, le pharynx est solidement attaché aux mâchoires par cinq paires de ligaments (*t'*) qui, naissant de la paroi pharyngienne, passent à angle droit sur l'anneau nerveux et vont se fixer à l'intérieur des mâchoires, le long des bords de la dent (pl. XVII, fig. 1, 2).

III. *Cavité péripharyngienne.* — L'ensemble de l'appareil masticateur est recouvert par la membrane désignée par Valentin¹ sous le nom de *membrane de la lanterne*. Celle-ci, soudée tout autour de l'œsophage dans le plan de séparation de ce dernier et du pharynx se moule sur les mâchoires et leurs muscles et se continue avec la membrane de revêtement de la cavité générale en enfermant ainsi l'appareil masticateur dans une chambre close sans aucune communication possible avec le reste de la cavité périsvécérale.

Il est important de s'assurer de ce fait et la chose est aisée ; on y arrive soit en constatant que des injections, pratiquées dans l'intérieur de la cavité en question, ne peuvent pas pénétrer dans la cavité générale, soit en observant que le liquide renfermé dans l'appareil masticateur ne peut s'en échapper après que l'on a fait écouler tout le liquide périsvécéral ; enfin, une dissection attentive montre que, nulle part, il n'y a la moindre solution de continuité dans la membrane de revêtement.

La cavité péripharyngienne, isolée dans la cavité générale, présente cinq diverticulums qui correspondent à cinq appendices volumineux formés par la membrane recouvrante (pl. XVIII, fig. 1, 3, 5 ; pl. XIX, fig. 1, *st*). Ces organes, gonflés par le liquide péripharyngien, naissent dans l'angle des ligaments obliques ; ils sont gracieusement

¹ *Loc. cit.*

recourbés en arc et portent, du côté convexe, deux rangées de proéminences mamelonnées. De chaque côté des pièces en Y se trouvent de petits mamelons semblables à ceux des organes en question.

La membrane qui forme ces derniers ne diffère pas de ce qu'elle est en tout autre point de l'appareil masticateur ; de nature conjonctive, très délicate, elle renferme de nombreux spicules et est revêtue sur ses deux faces d'un épithélium vibratile.

Il est intéressant de remarquer que les spicules manquent dans les cæcums secondaires et que la membrane y acquiert une plus grande délicatesse que dans le reste de l'organe.

Stewart ¹ a, le premier, fait connaître ces singuliers appendices de la lanterne du Dorocidaris, et, jusqu'ici, on ne les connaît point ailleurs que chez les Cidaridés. L'auteur anglais les a décrits et figurés avec exactitude ; mais, il émet, sur leurs fonctions, une opinion que nous aurons à discuter plus loin. Pour lui, ces appendices remplaceraient fonctionnellement les branchies externes absentes. Disons tout de suite que nous ne pouvons admettre cette manière de voir, que le nom de *branchie* ne peut convenir à ces organes et que, ne trouvant dans la série des êtres rien qui puisse leur être comparé, nous proposons de les désigner sous le nom de : *Organes de Stewart*.

IV. *OEsophage et intestin proprement dit*. — Immédiatement à la suite du pharynx vient l'œsophage, qui débouche dans l'intestin proprement dit, après un parcours plus ou moins sinueux (pl. XVIII, fig. 3, 4 ; pl. XIX, fig. 1, 6).

Celui-ci présente les circonvolutions typiques souvent décrites chez les Échinien.

Le Dorocidaris étant placé sur son pôle apical, le radius III en avant, l'intestin va de gauche à droite (par rapport à l'observateur) et atteint le radius III, qu'il ne dépasse pas.

¹ *Loc. cit.*

Cette première circonvolution constitue la *première courbure*; elle forme de gracieux festons moulés sur les glandes génitales et s'étendant depuis les environs du péristome jusqu'à une petite distance de la rosette apicale (pl. XVIII, fig. 1, 3). Il n'existe pas ici de cæcum stomacal à la rencontre de l'œsophage et de l'intestin. La couleur de cette première courbure, d'abord brune-violacée, comme l'œsophage lui-même, passe peu à peu à un brun-jaunâtre, qui se maintient jusqu'au radius III.

Dans cette région, l'intestin se réfléchit, chemine en sens inverse (de la droite à la 'gauche de l'observateur) et atteint ainsi l'orifice anal par l'intermédiaire d'un court rectum (pl. XV, fig. 19; pl. XVIII, fig. 2, *r*). Cette seconde circonvolution est la *deuxième courbure*; sa longueur développée est beaucoup moins considérable que celle de la première, quoique son parcours angulaire soit en réalité le même. Elle se distingue, en outre, par la plus grande délicatesse de ses parois, par sa couleur toujours plus claire, et est séparée de la première par un étranglement très apparent (masqué dans la figure 2 de la planche XVIII). Elle est entièrement recouverte par les glandes génitales (pl. XVIII, fig. 1).

La figure (2) de la planche (XVIII) représente l'ensemble de ces deux courbures chez le *Dorocidaris* et peut servir de schéma pour la description des circonvolutions de l'intestin d'un Oursin quelconque.

On voit que le radius III, placé en avant par Loven après une étude approfondie de la structure du test, se distingue des autres par ce fait, que les circonvolutions intestinales ne le traversent pas et que, en somme, il correspond à une particularité anatomique *impaire*, qui se retrouve dans le radius III des *Spatangues* et des *Clypéastres*.

Les circonvolutions intestinales sont accompagnées par deux lames mésentériques, l'une interne, l'autre externe. La lame interne semble se terminer avec l'œsophage sur la membrane de la lanterne, mais, en réalité, elle forme autour de lui un anneau com-

plet, reparait dans l'interradius 2, et longe de nouveau l'œsophage (*mδ*) qu'elle rattache à la glande ovoïde, elle atteint ainsi le dessous de la rosette apicale et là forme un anneau pentagonal qui relie entre elles les cinq glandes génitales (pl. XVIII, fig. 4). Suit-on cette lame mésentérique interne vers le rectum, on voit qu'elle atteint ce dernier, l'entoure, et en même temps s'attache à la glande ovoïde (pl. XV, fig. 19, *mi*), pour l'accompagner jusqu'à la lanterne, avec la membrane de laquelle elle se confond.

Quant à la lame mésentérique externe, c'est elle qui attache au test les circonvolutions intestinales sur tout leur parcours. Elle entoure le rectum en se confondant avec la lame mésentérique interne, et, vers l'œsophage, elle se termine en se soudant à la lame (*mo*) (pl. XVIII, fig. 3), qui relie ce dernier à la glande ovoïde.

V. *Histologie du tube digestif*. — Disons tout de suite que, chez le Dorocidaris, les parois du tube digestif comprennent les mêmes couches fondamentales que chez les Échinidés, à savoir : épithélium externe vibratile, couche musculaire à fibres transversales et longitudinales, couche conjonctive, et enfin, épithélium interne vibratile.

L'épithélium externe est pavimenteux, composé de petites cellules à contour polygonal. Si l'on se contentait d'étudier ces cellules sur des coupes transversales, on aurait une idée fausse de leur forme; en effet, il arrive que, par l'action des réactifs, le protoplasma de chacune d'elles se contracte en entraînant la membrane limitante, qui se moule exactement sur le noyau, de telle sorte que la cellule tout entière semble réduite à ce dernier, qui reste attaché à la couche sous-jacente. Il faut, pour avoir une idée exacte de cet épithélium, l'examiner à plat après l'action du nitrate d'argent.

La couche épithéliale enveloppant l'intestin se continue sur tous les organes et tapisse toute la surface interne du test en conservant toujours les mêmes caractères.

Nous n'insisterons pas sur les modifications de la couche muscu-

laire dans les diverses régions du tube digestif, nous contentant de dire qu'ici comme chez les Echinien¹, les fibres longitudinales sont rares.

La couche conjonctive contient toujours et partout de nombreux spicules calcaires de formes variées, mais qui peuvent, en général, se ramener à celle d'une petite plaque à bords déchiquetés et percée de trous.

Elle forme dans le pharynx cinq bandes longitudinales à section triangulaire, correspondant aux faces du prisme (pl. XIX, fig. 2, f). Ces bandes se perdent dans les lèvres pharyngiennes et se continuent, d'autre part, avec la couche conjonctive de l'œsophage, où les cinq plis du pharynx sont remplacés par des plissements beaucoup plus nombreux, longitudinaux et transversaux.

Arrivée dans la première courbure, cette couche conjonctive diminue beaucoup d'épaisseur, et, tout en renfermant toujours à sa périphérie d'innombrables spicules, présente vers l'intérieur de nombreux canalicules, qui constituent le réseau des absorbants intestinaux. Elle conserve ce caractère jusqu'à une petite distance du rectum, dans la deuxième courbure ; puis les lacunes du réseau disparaissent et la couche conjonctive se poursuit jusqu'à l'orifice anal, où elle se continue avec la membrane péri-anale.

Les trois couches : épithéliale externe, musculaire et conjonctive, dont nous venons de parler, prennent part à la formation des lames mésentériques.

La couche épithéliale interne est celle dont les modifications sont les plus intéressantes à suivre². Une coupe transversale du pharynx montre qu'il présente à l'intérieur cinq replis longitudinaux produits par les bandes conjonctives dont nous avons parlé plus haut ; l'épi-

¹ Kœhler, *loc. cit.*

² Je n'ai pas figuré en détail les diverses formes de cellules de cette couche épithéliale, ne voulant pas trop multiplier les dessins déjà très nombreux de ce mémoire ; la forme type à laquelle on peut les rapporter est celle d'une cellule longue, effilée à la base, qui renferme le noyau, renflée au sommet.

thélium suit tout naturellement ces plis et forme sur la coupe une rosace à cinq lobes qui correspondent à autant de sillons alternes avec les plis. Or, les éléments épithéliaux sont différents, selon qu'on les considère dans les sillons ou sur les plis.

Sur ces derniers, on trouve des cellules longues, étroites, parmi lesquelles un grand nombre présentent une extrémité caliciforme, laissant échapper un mucus abondant.

Ces cellules sont mises en évidence par l'hématoxyline. Mais la double coloration au carmin boracique et au vert de méthyle est bien plus instructive. On voit, en effet, sur des coupes ainsi traitées que ces cellules glandulaires sont de deux sortes; qu'elles sécrètent deux mucus distincts, dont l'un fixe très fortement le carmin et est très nettement granuleux, tandis que l'autre retient exclusivement le vert de méthyle et paraît de consistance homogène.

Dans les sillons, ces cellules caliciformes sont très rares et sont remplacées par d'autres plus courtes en massue, à contenu finement granuleux, se colorant par le vert de méthyle et l'hématoxyline.

A la base de la couche épithéliale, sur toute la périphérie du pharynx, il existe, en outre, une assise continue de petites cellules piriformes, dont il est difficile de comprendre le rôle, mais que je regarderai volontiers comme produisant le pigment brun-violacé qui abonde souvent en cet endroit.

Enfin, il faut signaler des amas de granulations brunes, sphéroïdales, qui, chez les vieux individus, se développent en abondance entre les cellules épithéliales, où se glissent aussi fréquemment des globules mûriformes.

Quoi qu'il en soit, l'épithélium pharyngien est caractérisé par la présence des deux espèces de cellules à mucus signalées en première ligne. Ces cellules doivent jouer un rôle important dans la préparation des aliments; elles remplacent probablement les glandes salivaires absentes.

L'épithélium de l'œsophage est formé par des cellules identiques à celles des sillons du pharynx; il n'y a pas de cellules à mucus.

Sur le vivant, les cellules épithéliales de l'œsophage sont hyalines ou très peu colorées.

Il n'en est plus de même dans la première courbure, où elles deviennent opaques et prennent une teinte jaunâtre très nette. Ces changements sont produits par l'apparition de nombreuses granulations jaunes qui remplissent l'extrémité renflée de chaque cellule. D'ailleurs, ces dernières sont toutes identiques entre elles et ne diffèrent de celles décrites chez le *Strg. lividus* par M. Kœhler que par leurs dimensions. Elles sont très sensiblement plus larges.

A partir de la deuxième courbure, ces cellules deviennent plus petites, moins riches en granulations, et enfin, dans le rectum, elles sont complètement hyalines.

De cette étude rapide, il résulte que les différentes régions distinguées dans le tube digestif du *Dorocidaris* sont caractérisées, non seulement par leurs formes, dimensions et positions respectives, mais encore par des caractères propres à chacune d'elles, fournis par leur épithélium interne, et il est certain qu'à chacune de ces régions est réservé un rôle spécial dans le phénomène de la digestion.

Les aliments subissent dans le pharynx, puis dans l'œsophage, une préparation qui les rend aptes à abandonner les matières assimilables qu'ils renferment pendant leur séjour dans la première courbure, où l'absorption est la plus active.

Ce dernier phénomène continue également dans la deuxième courbure, mais avec moins d'intensité, et il cesse très probablement de se produire dans sa dernière portion.

Tout porte à croire que c'est dans cette partie du tube digestif que les excréta s'agglomèrent pour former les petites boules que l'Oursin rejette par son anus, et que Rondelet comparait à des pilules.

Par quel mécanisme s'effectue le trajet des matières alimentaires dans le tube digestif? L'observation directe est ici impossible; on ne peut faire que des hypothèses.

On comprend sans difficulté comment les mouvements mastica-toires des cinq dents forcent les particules broyées à entrer dans le pharynx. Arrivés dans cette première partie du tube digestif, les aliments sont conduits par les contractions successives des fibres musculaires transversales de l'intestin et aussi par le mouvement des cils vibratiles qui recouvrent toute la muqueuse intestinale et produisent un courant continu allant de la bouche à l'anus.

Les fèces s'accumulent ainsi peu à peu dans la deuxième courbure, encombrant le rectum, et l'orifice anal, cédant sous la pression, s'ouvre pour donner passage aux boules excrémentitielles, qui s'échappent au dehors.

VI. — On remarquera que jusqu'ici il n'a point été question d'un organe bien connu non seulement chez les Oursins réguliers, mais encore chez les Spatangides, où il a été d'abord découvert. M. Perrier¹, qui l'a étudié chez quelques Échiniens, lui a donné le nom de *siphon intestinal*. Plus tard, Teuscher² l'a décrit à nouveau et a donné une coupe qui fixe très exactement ses rapports avec le tube digestif.

Le siphon intestinal est un canal qui « naît de l'extrémité de l'œsophage, tout près du point où celui-ci s'ouvre dans le sac stomacal, longe le bord interne de l'intestin et s'ouvre de nouveau dans cet organe, tout près de son point de réflexion³. » Nous savons, en outre, par les recherches de Teuscher et de M. Kœhler, que les parois de ce canal sont tapissées d'un épithélium présentant de grandes analogies avec celui de l'intestin lui-même.

Le siphon intestinal n'existe pas chez le Dorocidaris ; il est aisé de s'en convaincre soit par des injections poussées dans le tube digestif, soit par simple dissection. Toutefois, l'examen de coupes transver-

¹ *Loc. cit.*

² *Loc. cit.*

³ Perrier, *loc. cit.*

sales à l'intestin vient corroborer ces premières observations et est particulièrement instructif.

On voit sur ces coupes que la lame mésentérique interne est directement attachée à la paroi de l'intestin lui-même et que cette lame ne contient dans son intérieur aucun canal pouvant être comparé à un siphon (pl. XV, fig. 8). Mais on voit, en outre, qu'immédiatement au-dessus du point d'attache du mésentère, la muqueuse de l'intestin est sensiblement modifiée et forme là deux replis beaucoup plus développés que les voisins, composés de cellules très différentes de celles qui constituent l'épithélium du reste de l'intestin. Elles sont plus longues, plus étroites ; leurs noyaux, moins volumineux, se colorent très fortement par les réactifs, ne paraissent pas granuleux et sont placés à des hauteurs très variables dans le corps des cellules ; enfin, les extrémités distales de ces dernières sont hyalines, non renflées en massue, dépourvues de granulations jaunâtres.

Examine-t-on maintenant à la loupe la couche épithéliale interne de l'intestin, on aperçoit distinctement tout le long de la ligne d'insertion de la lame mésentérique interne deux séries régulières de replis (ceux dont nous venons de parler) plus développés, mais moins colorés que les voisins et limitant une sorte de gouttière qui, commençant à l'extrémité postérieure de l'œsophage, suit le bord interne de la première courbure pour se terminer au commencement de la deuxième.

Cette gouttière parcourt exactement le trajet que suivrait le siphon s'il existait, on ne la retrouve point chez les Oursins pourvus de ce dernier organe, et il paraît logique de la considérer comme la première indication du siphon intestinal chez les Échinides.

Mais si cette gouttière peut être considérée comme l'équivalent morphologique du siphon, elle ne saurait le suppléer dans son rôle physiologique, de telle sorte que nous nous trouvons en présence d'Oursins réguliers, chez lesquels tous les phénomènes dépendant

de l'existence du siphon sont supprimés; et, s'il est vrai, comme le pense M. Perrier, que cet organe assure dans la dernière courbure un renouvellement d'eau suffisant pour permettre une respiration efficace du liquide périviscéral au contact des parois de la dernière circonvolution, les Cidaris se trouvent, à ce point de vue, dans un état d'infériorité évident.

GLANDES GÉNITALES.

Comme chez les autres Oursins, chacune d'elles présente de part et d'autre d'un canal excréteur de très nombreuses ramifications terminées en culs-de-sac, dans lesquelles se développent les œufs ou les spermatozoïdes.

Aucun caractère extérieur ne distingue une glande mâle d'une glande femelle et les sexes des individus ne sont indiqués par aucune particularité de forme, de taille ou de couleur.

Les parois des culs-de-sac et ramifications sont très résistantes et renferment, comme toutes les autres membranes des Dorocidaris, de nombreux spicules calcaires qui ont été décrits par Stewart ¹.

Chaque glande est attachée au test par une membrane qui est située dans son plan de symétrie et longe le canal excréteur, avec les parois duquel elle se confond.

En outre, la glande présente de très nombreuses attaches secondaires, soit avec le test, soit avec les organes voisins. Ces attaches sont de petites brides conjonctives nées des parois de la glande et soudées avec la membrane de revêtement de la cavité générale ou avec les parois du tube digestif et sa lame mésentérique externe.

Le développement énorme des cinq glandes est leur trait le plus caractéristique. Elles encombrent les aires interambulacraires depuis le rectum jusqu'au voisinage du péristome. Vers le pôle apical, leurs ramifications sont tellement développées (pl. XVIII, fig. 1),

¹ *Loc. cit.*

qu'elles se touchent toutes d'une glande à l'autre au travers des brides qui soutiennent la deuxième courbure et qu'ainsi il paraît y avoir, tout autour de l'anús, un anneau constitué par une seule glande. Mais il ne faut pas s'y tromper ; malgré leur apparente confusion, les cinq glandes conservent toujours chacune leur indépendance propre. Leurs culs-de-sac se touchent, s'attachent même les uns aux autres par de petites brides conjonctives, mais ne se fusionnent jamais.

Cette remarque nous conduit à insister sur l'indépendance des canaux excréteurs eux-mêmes.

Les cinq glandes génitales sont reliées par un anneau pentagonal (pl. XVIII, fig. 4) entourant le périprocte et formé par une dépendance de la lame mésentérique qui rattache l'œsophage à la glande ovoïde. La membrane qui forme cet anneau est continue avec l'enveloppe des glandes, qui se trouvent ainsi n'être elles-mêmes qu'une dépendance de la portion du mésentère, mentionné plus haut ; chez un adulte elle n'est pas entière, mais bien réticulée, comme le montre la figure (4) de la planche (XVIII), et n'est rattachée au test que par ses bords internes et externes ; l'espace compris entre elle et le test appartient à la cavité générale.

Nous aurons à revenir plus loin sur le pentagone génital, et nous verrons que la membrane qui le constitue contient dans son épaisseur un réseau lacunaire interstitiel appartenant au système lacunaire viscéral (sanguin).

Les extrémités des canaux excréteurs des glandes génitales sont masquées par l'anneau en question, mais si on soulève celui-ci, après l'avoir convenablement incisé, on aperçoit les canaux excréteurs pénétrant dans les pores génitaux correspondants et on voit, sans aucun doute possible, qu'ils ne sont reliés les uns aux autres par aucun canal circulaire. Ils sont indépendants, chacun porte au dehors les produits de sa glande ; il est impossible qu'un œuf ou un spermatozoïde, né dans une glande, soit expulsé par le pore de la glande voisine.

Ce n'est pas ainsi qu'il faudrait comprendre l'appareil génital d'un *Echinus sphæra* d'après M. Perrier.

Cet auteur, discutant l'existence du canal circulaire péri-anal mentionné par quelques-uns de ses prédécesseurs, dit : « Il est possible cependant de retrouver un canal circulaire autour de l'anus. Il faut pour cela enfoncer la canule de la seringue dans le canal excréteur de l'une des glandes génitales et pousser l'injection vers le haut. On la voit alors remplir un canal circulaire et, de là, refluer en partie dans les canaux excréteurs des quatre autres glandes génitales et sortir en partie par les pores génitaux. Ce canal est donc une dépendance de l'appareil génital ; c'est là que s'ouvrent les canaux excréteurs des ovaires et des testicules¹... » Les cinq canaux excréteurs des glandes génitales d'un Oursin déboucheraient donc dans un anneau commun qui, lui, communiquerait avec l'extérieur par les cinq pores génitaux.

Ayant constaté que cette manière de voir n'était pas l'expression de la réalité chez un Cidaris, j'ai dû chercher à voir si l'appareil génital d'un Echinus était autrement disposé et je me suis convaincu que chez l'*E. Acutus* et tous les Oursins que j'ai pu observer, y compris l'*E. Sphæra*, les canaux excréteurs des glandes génitales sont absolument indépendants les uns des autres.

La coupe représentée (pl. XXII, fig. 10), se rapportant à l'*E. Acutus*, indique suffisamment la façon dont se termine un canal excréteur dans le pore correspondant. Elle montre également que ce canal débouche au sommet d'une papille qui surmonte le pore.

Cette papille existe chez les Dorocidaris mâles et femelles ; elle est colorée en rouge-brun foncé et très développée à l'époque de la maturité sexuelle.

¹ Arch. Zool. exp., t. IV, série 1, 1875, p. 614.

SYSTÈME NERVEUX INTERNE.

I. — Chez le *Dorocidaris*, comme chez tous les Oursins réguliers, le pentagone nerveux est appliqué sur la paroi du pharynx, au niveau de l'extrémité des mâchoires.

Une dissection attentive permet d'observer ce pentagone en place (pl. XVII, fig. 1, N); chacun de ses côtés fournit une paire de filets (*t*) qui, à première vue, pourraient être pris pour des nerfs, mais sont, en réalité, des ligaments très résistants s'attachant, d'une part, aux mâchoires (pl. XVII, fig. 2, *t*), et, d'autre part, aux parois du pharynx qu'ils soutiennent (*t'*). Ils traversent à angle droit les côtés du pentagone nerveux et se confondent au passage avec son enveloppe.

De chaque sommet du pentagone naît un tronc nerveux (nerf ambulacraire) qui, passant entre les mâchoires, se dirige le long du radius correspondant en suivant la ligne de suture médiane des plaques ambulacraires et pénètre, à son extrémité, dans le pore ocellaire. Depuis son point de départ, c'est-à-dire depuis le sommet du pentagone, jusqu'au moment où il atteint le bord du péristome, ce nerf repose sur une membrane conjonctive; qui est, en réalité, un dédoublement de la membrane péristomienne et qui limite une cavité ne communiquant ni avec la cavité générale, ni avec l'extérieur (pl. XIX, fig. 4; pl. XVII, fig. 5, 6, *j*). Si les nerfs ambulacraires reposaient directement sur la membrane péristomienne, ils seraient soumis aux contre-coups de toutes les déformations de cette membrane, tandis que, de la sorte, ils se trouvent plus isolés. D'ailleurs, quand on examine avec attention l'ensemble des dispositions anatomiques nécessitées par la complication de l'appareil masticateur, on trouve tout naturel qu'il se soit ainsi formé une sorte de pont sous chaque nerf ambulacraire, pour racheter la différence d'épaisseur existante entre le test et la membrane péristomienne, et faciliter au nerf la traversée du péristome.

Une coupe transversale du nerf ambulacraire, faite à une petite distance des auricules (pl. XVII, fig. 3), nous montre que ce nerf n'est pas une simple bandelette nerveuse, mais bien un tube aplati dans lequel on doit distinguer deux parties : l'une interne (n), l'autre externe (n'), et entre les deux, la lumière du tube (ω). La partie interne est épaisse et contient les éléments nerveux, fibres et cellules ; la partie externe (n') est uniquement conjonctive (dans la préparation représentée, elle était envahie par des granulations pigmentaires), mais, quoique cette dernière ne contienne pas d'éléments nerveux, nous devons la considérer comme faisant partie du nerf, en ce sens qu'elle est formée par le névrilemme. Examinons maintenant d'autres coupes du même radius (pl. XVII, fig. 4-9), nous ne retrouvons plus la lumière (ω) du tube ; les deux parties (n , n') se sont accolées et l'ont oblitérée. Il y a par conséquent matière à discussion ; laquelle des deux coupes (3) (4) représente la réalité ? Ne doit-on pas admettre que l'espace (ω) a été accidentellement produit par les réactifs, et que, dans la réalité, le tube formé par le névrilemme est bouché par l'accolement des parois ? Quelle que soit l'interprétation adoptée, il n'en reste pas moins acquis que les deux parties (n) (n') existent et qu'elles comprennent entre elles un espace au moins virtuel. Nous appellerons *espace intra-nervien*, l'espace ainsi défini entre la partie interne et la partie externe du tube nervien. Suivons-le vers le pharynx.

Les coupes transversales (4, 5, 6, 7), de plus en plus rapprochées de ce dernier, nous montrent le nerf toujours divisé en deux parties (n) (n'), mais une seule coupe longitudinale est bien plus instructive. On voit sur cette coupe (pl. XIV, fig. 9) que la partie interne (n), celle qui, en réalité, contient les éléments nerveux, se termine dans la paroi même du pharynx et se perd dans sa couche épithéliale (ei), tandis que la partie externe (n') se continue avec l'épithélium de la lèvre péristomienne (ep). L'espace intra-nervien aboutit donc au point où s'accolent les deux épithéliums (ei) et (ep), et si la lu-

mière du tube n'était pas oblitérée, elle déboucherait à l'extérieur en (ω). Une coupe passant par le milieu d'un des côtés du pentagone (pl. XIV, fig. 10) montre que, dans cette région, le cordon nerveux (N) est également en continuité avec la couche épithéliale du pharynx, et on retrouve toujours l'espace virtuel (ω entre N) et N'), entre l'épithélium du pharynx et celui de la membrane (g) qui rattache le pharynx à la dent.

Ce rapport du pentagone nerveux avec la couche épithéliale pharyngienne étant connu, il est inutile de rechercher s'il y a des filets nerveux spéciaux le mettant en relation avec cette partie du tube digestif, puisque sur toute sa périphérie il se confond, pour ainsi dire, avec elle.

Nous ne savons pas comment se développe le système nerveux d'un Oursin, mais sa constitution, chez un *Dorocidaris* adulte, nous engage à une hypothèse :

L'anneau nerveux du *Dorocidaris* est constitué comme s'il s'était développé dans une invagination annulaire produite autour de la bouche, suivant la ligne idéale qui sépare l'ectoderme de l'endoderme; les nerfs ambulacraires sont ainsi faits, qu'ils paraissent provenir de cinq invaginations radiales de cet anneau; l'espace intranervien que nous avons, dans toutes les figures, désigné par (ω), serait le vestige de la cavité de l'invagination supposée.

Depuis le sommet du pentagone nerveux qui lui donne naissance jusqu'au pore ocellaire, le nerf radial est recouvert à distance par une membrane conjonctive bourrée de spicules calcaires, rattachée par ses bords au réseau du test, et formant au-dessus du nerf un espace tubulaire clos (espace périnervien) isolé de la cavité générale (pl. XVII, fig. 3-9). Cet espace contient en même temps les dépendances radiales du système vasculaire aquifère et du système lacunaire viscéral.

Le nerf ambulacraire émet, sur tout son parcours, des branches latérales ou nerfs tentaculaires qui pénètrent dans la paroi de chaque

tentacule en passant par celui des deux pores qui est le plus rapproché du nerf ou pore interne. Ces nerfs tentaculaires sont constitués comme le tronc dont ils émanent. Ce sont des tubes dans la lumière desquels se continue l'espace intra-nervien (ω).

Les deux parties du nerf ambulacraire contribuent à la formation des branches latérales, et la paroi externe, qui dans le tronc principal ne renferme pas d'éléments nerveux, en acquiert dès la naissance même de la branche latérale, de telle sorte qu'une coupe transversale de celle-ci présente des fibres nerveuses tout autour de l'espace ω (pl. XVII, fig. 41).

Cette coupe a été prise dans l'une des préparations voisines de la coupe (7); dans cette région, les branches qui se détachent du nerf ambulacraire doivent traverser en diagonale l'espace périnervien pour aller rejoindre le pore auquel elles sont destinées.

Arrivé sur le bord du pore interne du tentacule qu'il doit innerver, le cordon nerveux se loge dans un sillon creusé dans la paroi du pore et aboutissant à l'encoche (u) (pl. XIV, fig. 2), visible à l'extérieur; il chemine ainsi jusqu'à la surface du test. Une coupe transversale par rapport à ce nerf, c'est-à-dire tangentielle au test, pratiquée tout près du point d'émergence du nerf (pl. XIV, fig. 43), nous montre que celui-ci n'a point perdu son caractère essentiel pendant sa traversée du pore; les éléments nerveux entourent toujours un espace ω . Examinons maintenant une coupe transversale du tentacule lui-même (pl. XV, fig. 10). Le nerf est devenu un simple cordon, il a laissé en route sa partie externe, qui s'est répandue à la surface du test pour constituer le plexus nerveux superficiel. La figure demi-schématique (pl. XIV, fig. 7) aide à comprendre cette disposition.

La constitution histologique des nerfs ambulacraires et du pentagone nerveux du *Dorocidaris* ne diffère pas de celle que les auteurs ont décrite chez les Échinidés. Les fibres sont très fines, courent toutes parallèlement à la direction du nerf; les cellules sont principalement situées sur la face externe de la partie interne du tube nervien, cependant on en trouve quelques-unes dans la masse

même du nerf. Celui-ci est traversé, normalement à sa surface, par de nombreux tractus conjonctifs qui se rattachent à l'enveloppe par de petits renflements (pl. XVII, fig. 10). Cette disposition est analogue à celle que Teuscher¹ a figurée chez les Astéries et qui, à ma connaissance, n'a pas été signalée chez les Échinides.

Si nous réunissons ce qui vient d'être exposé avec les faits acquis dans le chapitre où il a été traité du système nerveux périphérique, nous aurons une notion à peu près complète de l'ensemble de l'appareil nerveux. Il reste à suivre les nerfs tentaculaires dans les tubes ambulacraires, ce qui sera fait à propos de ces derniers organes. Mais avant de passer outre, je dois insister sur un fait anatomique que m'a fourni l'étude de l'*Echinus acutus*, je veux parler de l'innervation des glandes génitales.

II. *Innervation des glandes génitales.* — Chez l'*E. acutus*, l'extrémité apicale d'un nerf ambulacraire est très curieuse à observer. On voit, sur des coupes de plus en plus rapprochées du pore ocellaire, que la bandelette nerveuse relevant ses bords se transforme peu à peu en gouttière à concavité interne et finit par former un tube complet autour du vaisseau aquifère, à une petite distance du pore (pl. XVI, fig. 1). Ce tube présente une partie enchâssée dans un sillon du test et une partie interne recouverte seulement par la membrane de revêtement de la cavité générale; la première (*n*) s'enfonce dans le pore et ressort à l'extérieur pour s'épanouir dans la peau (pl. XVI, fig. 2); la deuxième (*n'*) reste sous la membrane qui la recouvre et fournit des fibres nerveuses à un anneau (*ng*) situé au bord externe et au-dessous de la membrane qui forme le pentagone génital, en suivant à peu près la ligne de raccord de celui-ci avec le test. Cet anneau nerveux est très apparent sur des coupes transversales (pl. XVI, fig. 6), on le suit par conséquent sans difficulté. On peut aussi arriver à le voir après coloration au chlorure d'or et par l'observation directe de la membrane du pentagone génital. Il est con-

¹ *Beiträge zur Anatomie der Echinodermen* Jena. Zeit. f. Natur., 1876.

linu, passe au-dessus des conduits excréteurs des glandes génitales (pl. XXII, fig. 40) auxquelles il fournit des fibres nerveuses. Les fibrilles qui le constituent sont identiques à celles du nerf ambulacraire. Quant aux éléments ganglionnaires, je ne saurais affirmer s'il faut considérer comme tels les cellules situées à la surface de cet anneau; ceux qui connaissent quelle difficulté il y a à constater la nature nerveuse d'une cellule chez les Échinodermes, comprendront ma réserve. Quoiqu'il en soit, nous avons établi que l'*Echinus acutus* possède un anneau génital nerveux relié aux extrémités apicales des cinq nerfs ambulacraires.

J'ai recherché cet anneau chez le Dorocidaris et je n'ai pu le trouver. Si l'on compare la coupe (4) de la planche (XIV) à la coupe analogue de l'*E. acutus*, on voit que chez le Dorocidaris le nerf ambulacraire ne présente pas, à l'entrée du pore, la disposition particulière signalée précédemment. Faut-il en conclure que les glandes génitales du Dorocidaris ne sont pas innervées? nullement. Chez l'*E. acutus*, l'innervation se fait par l'intermédiaire d'un anneau, reste à découvrir comment elle a lieu chez les autres Oursins. J'ai retrouvé l'anneau nerveux génital chez un jeune *Strongylocentrotus lividus* de 4 millimètres, que j'avais mis en coupe pour étudier le développement des glandes génitales (pl. XXII, fig. 4, ng).

FLUIDE PÉRIVISCÉRAL.

Le liquide qui remplit la cavité viscérale du Dorocidaris est légèrement rougeâtre et trouble. Pris dans un individu en parfait état et mis dans un verre de montre, il ne tarde pas à former un caillot (comme M. Geddes¹ l'a observé chez les Échiniens), contenant la majeure partie des éléments figurés, qui étaient auparavant libres dans le liquide. Ce sont ces éléments que nous avons étudiés à l'état vivant et après l'action des réactifs, afin de pouvoir les reconnaître

¹ Observations sur le fluide périvericéral des Oursins (Arch. Zool. exp., série 1, t. VIII, 1879.)

dans tous les tissus où on les rencontre. Nous avons déjà plusieurs fois signalé la présence de certains de ces corpuscules dans les tissus qui ont été étudiés jusqu'ici. La méthode suivie est des plus simples ; elle consiste à observer l'élément figuré vivant sous le microscope, puis à le soumettre, toujours sous le microscope, à l'action des réactifs habituels. Les changements de forme, s'il y en a, ainsi que les colorations particulières, sont suivis avec soin, et finalement les éléments observés sont montés en préparation, afin de constituer un témoin authentique.

L'élément le plus abondant est le *globule amœboïde incolore à longs pseudopodes*. Il est constitué (pl. XIX, fig. 7) par une masse de protoplasma renfermant un gros noyau finement granuleux. Ce noyau n'est pas toujours visible sur le vivant ; il faut, pour qu'il apparaisse, que la couche protoplasmique qui le masque soit suffisamment amincie par l'allongement des pseudopodes. Je n'ai jamais vu les pseudopodes d'un même Amibe former des arcs de cercle, comme cela a lieu chez les Échinien. Ces Amibes, en se réunissant les uns aux autres, constituent des plasmodes qui englobent peu à peu les corps environnants et finissent par former le caillot.

Traités par l'alcool à 45 degrés, les globules à longs pseudopodes ne sont pas sensiblement déformés ; l'éosine les colore, ainsi que l'hétoxyline, qui rend leur noyau très apparent (pl. XIX, fig. 8). Celui-ci a une dimension qui varie entre 4 et 5 millièmes de millimètre, il contient plusieurs points nucléolaires. On reconnaît facilement les noyaux des corpuscules dont nous nous occupons dans le corps des plasmodes, à leur aspect et à leur dimension.

À côté des Amibes à longs pseudopodes, on observe des globules également incolores, amœboïdes, mais dont les pseudopodes restent toujours très courts et mousses. Ils renferment de gros granules réfringents pressés les uns contre les autres, ce qui leur donne un aspect mûriforme très caractéristique (pl. XIX, fig. 9, a). Ces corpuscules mûriformes, traités par l'alcool à 45 degrés, laissent apparaître un petit noyau de la même dimension que les grains du globule

et ordinairement leur aspect ne se modifie pas. Cependant, les granules réfringents paraissent parfois être détruits, en partie, par ce réactif. La liqueur picro-sulfurique et l'acide osmique les fixent d'une manière plus régulière.

Fixés par l'alcool, ils prennent avidement l'éosine et la retiennent ; l'hématoxyline les colore, mais moins vigoureusement ; le carmin boracique ne colore que leur noyau, l'acide osmique conserve leur réfringence. Quel que soit le réactif employé, si les granules sont conservés, on reconnaît ces éléments avec la plus grande facilité partout où on les rencontre (pl. XIX, fig. 9, *a'* ; pl. XV, fig. 5, 18, *gm*). Il arrive parfois que le globule mûriforme se désagrège sous l'action des réactifs ; dans de cas, on trouve à sa place les granules sphériques primitivement contenus dans son ectosarque (pl. XIX, fig. 9, *a''*).

On rencontre, mêlées aux précédents, des corpuscules amœboïdes, qui s'en distinguent seulement par les dimensions plus petites de leurs granules (pl. XIX, fig. 10, *b*) ; l'alcool les rend globuleux (fig. 10, *b'*) et fait apparaître leur membrane limitante en contractant le contenu. D'autres fois, ils prennent l'aspect (*b''*) ; ils se colorent fortement par l'éosine.

Le dernier élément figuré amœboïde dont nous avons à nous occuper est le *globule amœboïde coloré en brun-acaïou*. Cet Amibe présente à l'état vivant les caractères qu'on lui connaît chez les autres Our-sins et qui ont été très bien décrits par M. Geddes¹. Les granulations qu'ils renferment ne sont jamais aussi grosses que celles du globule mûriforme ; elles sont à peu près de la taille de celles du corpuscule blanc, dont il vient d'être question ; l'alcool à 45 degrés les rend d'abord sphéroïdaux, puis leur pigment se dissout peu à peu et les granules disparaissent en grande partie en même temps que le noyau apparaît. Si l'action de l'alcool est de courte durée, il reste des traces évidentes de pigment ; si elle est prolongée, le pigment disparaît entièrement, et le même fait se produit avec rapidité si

¹ *Loc. cit.*

l'alcool est acidulé avec de l'acide chlorhydrique (pl. XIX, fig. 41, c'').

Ainsi transformé, le globule brun-acajou est méconnaissable ; il se colore, d'ailleurs, par l'éosine, comme le globule blanc à petits granules, et il en résulte que, dans une coupe de tissu décalcifié, il n'est pas possible de distinguer sûrement ces deux espèces d'éléments figurés.

Enfin, on trouve, dans le liquide périviscéral du *Dorocidaris*, de très nombreux globules sphériques munis d'un long cil vibratile, qui se meuvent avec rapidité. Lorsqu'on met dans un verre de montre une certaine quantité de liquide périviscéral, ces globules, grâce à leurs mouvements rapides et constants, échappent aux atteintes des pseudopodes du plasmode, qui se forme pour constituer le caillot ; ils sont répandus dans toute la masse liquide, mais se réunissent principalement sur les bords, comme le feraient de petites larves ciliées.

Quand on les soumet à l'action progressive de l'alcool, ils s'arrêtent ; leur cil, qu'il était difficile de distinguer à l'état vivant, devient très apparent et un petit noyau se montre dans (pl. XIX, fig. 42, d'). Cet aspect ne dure qu'un instant ; l'action du réactif continuant, le cil disparaît et le globule est réduit à une petite sphère pourvue d'un noyau (fig. 42, d''). L'hématoxyline colore fortement ce noyau, qui est toujours plus petit que celui de l'*Amibe* à longs pseudopodes, comme on le voit d'après la comparaison des figures (8) et (42, d'') de la même planche.

Si plusieurs de ces globules se touchent lorsque le réactif les saisit, les petites sphères, pressées les unes contre les autres, deviennent polyédriques et leur ensemble produit alors l'aspect figuré (pl. XIX, fig. 43, d''' ; pl. XXI, fig. 7). Dans cet état, il serait impossible de reconnaître les globules ciliés du liquide périviscéral, si on n'avait suivi pas à pas les transformations que leur font subir les réactifs. Cet exemple est bien fait pour nous tenir en garde contre les interprétations trop promptes auxquelles peut donner lieu la lecture d'une coupe histologique.

Après cette série d'observations, il est intéressant d'examiner des coupes pratiquées dans l'épaisseur d'un caillot du fluide périviscéral, traité comme si c'était un fragment quelconque de tissu. On y retrouve tous les éléments que nous venons de passer en revue (pl. XXI, fig. 6) : (*i*) amibes à longs pseudopodes, (*gm*) globule mûriforme, (*gv*) globule cilié. Quant à *gm'*, il n'est point possible d'affirmer s'il représente un glöbule brun d'acajou ou bien un globule blanc à petits grains ; ce doute résulte de ce que nous avons observé plus haut relativement à l'action des réactifs sur ces deux formes.

Tous les éléments figurés qui flottent dans la cavité générale sont donc amœboïdes, à l'exception de la forme ciliée. Ces Amibes se rencontrent dans tous les tissus de l'individu, dans toutes les membranes mésentériques, dans la couche épidermique, dans le réseau du test et de ses appendices, jusqu'à l'extrémité du plus long piquant. Le plus facile à reconnaître sur les coupes est incontestablement le globule mûriforme, et il n'est pas possible de trouver, chez le *Dorocidaris*, un endroit qui en soit dépourvu.

C'est par leurs mouvements propres que ces Amibes cheminent dans les tissus dont ils suivent les interstices et qu'ils peuvent, en outre, traverser aisément par une véritable diapédèse. Geddes dit, dans son mémoire sur le fluide périviscéral : « On trouve partout toutes les espèces de corpuscules amœboïdes ; ils passent facilement à travers les tissus... », il m'a paru bon de constater le fait *de visu*, ce qui ne présente d'ailleurs pas de sérieuses difficultés.

Prenons un fragment de la lame mésentérique interne et mettons-le sous le microscope avec toutes les précautions nécessaires pour ne point le comprimer et pour pouvoir le conserver vivant le plus longtemps possible. Nous voyons dans ce fragment de nombreux corpuscules bruns et de nombreux globules mûriformes, qui se meuvent lentement dans le tissu conjonctif. Il faut observer de préférence ceux qui se trouvent le plus près du bord interne du mésentère, après s'être assuré que ces globules sont bien dans l'épaisseur du tissu et non à la surface, ce à quoi l'on arrive par une observation

suffisamment attentive. On voit certains de ces globules pressés contre le revêtement épithélial qu'ils soulèvent légèrement, d'autres qui sont déjà engagés, en partie ou en totalité, dans l'épaisseur de cette couche épithéliale ; on fixe son attention sur un de ceux-ci (pl. XV, fig. 3, *a*) et l'on attend patiemment ; si l'on est favorisé par la chance (car tous les globules, qui paraissent devoir traverser l'épithélium, ne le traversent pas), on assistera à la sortie du globule mûriforme observé. Les différentes phases du phénomène sont représentées (pl. XV, fig. 3, *a, b, c, d, e*). Au moment où le corpuscule parvient à se dégager complètement, il laisse derrière lui une légère dépression qui ne tarde pas à disparaître, et la couche épithéliale ne conserve aucune trace de son passage. Les globules bruns se prêtent également très bien à ce genre d'observation (pl. XV, fig. 4, *a, b*).

Il n'est pas douteux que l'Amibe à longs pseudopodes puisse, comme les précédents, traverser les mêmes tissus et la diapédèse de ces globules doit probablement s'effectuer facilement, mais l'observation directe en est très difficile, car il n'est guère possible de se mettre à l'abri de toutes les causes d'erreur. Ces Amibes vivants se laissent très bien observer quand ils sont libres dans un liquide ; mais, lorsqu'ils sont dans un tissu qui offre la même transparence, la même réfringence qu'eux, il devient presque impossible de les distinguer et surtout de les suivre pendant tout le temps que dure le phénomène ; d'autre part, on peut être trompé très facilement par des Amibes appliqués contre la surface du mésentère. Cependant, on voit fréquemment se former, sur le bord de ce dernier, de petites proéminences d'où sortent de fins prolongements protoplasmiques, qui s'allongent peu à peu et forment une petite houppe au milieu des cils vibratiles de l'épithélium ; ces prolongements protoplasmiques ne peuvent être autre chose que les pseudopodes d'un ou plusieurs Amibes en train de se frayer un passage.

Au milieu de tous ces éléments figurés du liquide périviscéral, on rencontre des granulations brunâtres, sphéroïdales, de différentes

grosseurs, tantôt éparses, tantôt agglomérées. Il ne faut pas confondre ces sphérules, qui d'ailleurs sont rares dans la cavité générale d'un Dorocidaris bien portant, avec les globules brun acajou ; ceux-ci sont des cellules vivantes, les autres sont des produits de rebut. Le carmin et l'éosine ne les colorent pas, l'hématoxyline les rend noirâtres et le vert de méthyle les colore en vert jaunâtre.

Ces sphérules proviennent probablement des globules mûrifomes qui absorbent peu à peu les matières excrétées par les tissus dans lesquels ils séjournent et finissent par se désagréger.

APPAREIL AQUIFÈRE.

La plaque madréporique du Dorocidaris a la même forme et les mêmes dimensions que les autres plaques génitales ; elle présente à sa surface externe de nombreux pores, qui sont les orifices d'autant de canalicules conduisant tous à un orifice unique situé sur la face interne (pl. XIX, fig. 3, *o*), d'où naît le canal du sable ou tube aquifère. Cet orifice est situé à l'angle d'une concavité triangulaire ou creux madréporique (*cr*) bordé par une crête saillante. La plaque n'est donc pas criblée de pores à sa surface interne sur laquelle, à part le pore génital (*pg*), on ne distingue que l'orifice dont nous venons de parler.

Les canalicules du madréporite sont tapissés par un épithélium vibratile continu, d'une part, avec la couche épidermique du test, et, d'autre part, avec l'épithélium du tube aquifère ; les cellules qui le constituent, longues et étroites à l'entrée des canalicules, s'aplatissent peu à peu, deviennent moins pressées et conservent ces caractères jusqu'à l'entrée du tube aquifère ; là, elles reprennent leurs dimensions premières qu'elles conservent tout le long du tube et forment un épithélium colonnaire, identique à celui qui a été souvent décrit chez les Échinidés.

Le tube aquifère n'est pas le seul canal qui s'ouvre dans le pore interne de la plaque madréporique ; il existe un deuxième conduit,

que nous appellerons *canal aquifère annexe* (pl. XIX, fig. 5, c'), ne présentant pas l'épithélium columnaire du tube aquifère proprement dit et revêtu d'un épithélium vibratile simplement pavimenteux. Ces deux canaux cheminent côte à côte, mais, tandis que la lumière du tube aquifère conserve ses dimensions premières sur tout son parcours, le canal annexe s'élargit peu à peu et finit par déboucher dans la cavité de l'organe ovoïde (pl. XIX, fig. 5, 6).

Quand on pousse une injection en appliquant la canule à la surface externe de la plaque madréporique, la matière colorante pénètre dans le tube aquifère et en même temps dans le canal annexe pour aller remplir la cavité de l'organe ovoïde. D'autre part, si l'injection est poussée par le tube aquifère lui-même et dirigée vers le madréporite, on voit la masse colorée sortir par les pores aquifères et en même temps refluer dans un conduit collatéral (canal annexe) pour se répandre dans la cavité de la glande. Enfin, par une série de coupes transversales, on suit aisément les deux canaux jusqu'à leur confluent dans l'orifice interne du madréporite (pl. XX, fig. 4-8, c, c'). On voit que, dans la coupe (7), la cloison de séparation des deux canaux a disparu en partie et que, dans la coupe (8), ceux-ci ont confondu leurs lumières en une seule. L'examen de ces coupes ne laisse aucun doute et on arrive à la même conclusion par des sections longitudinales, normales à la plaque madréporique (pl. XIX, fig. 5).

Il existe donc, à côté du tube aquifère proprement dit, un canal annexe, qui est le prolongement de la cavité de l'organe ovoïde et qui, au même titre que le premier, communique avec l'extérieur par l'intermédiaire de la plaque madréporique.

Suivons maintenant le tube aquifère : il longe l'organe ovoïde et débouche dans un anneau périœsophagien supporté par la membrane qui recouvre l'appareil masticateur (pl. XVIII, fig. 3, 4, 5). Cet anneau, beaucoup plus large que le tube aquifère, présente cinq lobes plus ou moins prononcés vis-à-vis des aires interradiales ; il est revêtu intérieurement d'un épithélium vibratile ordinaire, l'épithé-

lium columnaire du tube aquifère ayant disparu à la rencontre du tube avec l'anneau.

Cinq branches radiales naissent de ce dernier, s'engagent entre les pièces articulaires et les muscles intermaxillaires pour ressortir à la surface de la membrane recouvrante, qu'elles suivent jusqu'au moment où elles se réfléchissent pour courir le long des radii, parallèlement aux nerfs ambulacraires, d'un côté vers le pôle apical et de l'autre vers la bouche (pl. XVII, fig. 1 ; pl. XIX, fig. 1). Chacun de ces vaisseaux ambulacraires qui est supporté par la membrane formant le canal périnervien (pl. XVII, fig. 3-9), envoie, sur tout son trajet, des branches latérales aux vésicules ambulacraires. Celles-ci sont aplaties et, comme chez les Échinidés, leur cavité est subdivisée par des cloisons transversales, qui dirigent le liquide circulant à l'intérieur, ces cloisons n'atteignent pas le bord de la vésicule, tout autour de laquelle il existe un canal marginal continu. Les parois des vésicules ambulacraires sont formées par une mince membrane conjonctive munie de fibres transversales (musculaires ?), vibratile sur ses deux faces et renfermant de nombreux spicules calcaires. A chaque vésicule correspond une paire de pores. Quand on injecte le système des vaisseaux ambulacraires, la masse colorée suit le canal marginal de la vésicule, arrive dans le pore externe (le plus éloigné du vaisseau ambulacraire), par où elle pénètre dans le tentacule et en même temps se répand entre les cloisons de la vésicule (pl. XVIII, XIX, fig. 3, 1).

Le vaisseau ambulacraire se termine en cul-de-sac dans le pore ocellaire. Quant à la branche qui se dirige vers la bouche, elle fournit des ramifications aux tentacules qui entourent l'ouverture bucale. Elle est recouverte par la membrane qui forme l'espace radial périnervien très développé dans cette région (pl. XVII, fig. 5-7), et ses vésicules ambulacraires, tout en conservant leurs caractères ordinaires, diminuent peu à peu à mesure qu'elles se rapprochent de la bouche.

Le système des vaisseaux ambulacraires communique avec l'exté-

rieur par l'intermédiaire du tube aquifère et de la plaque madréporique, et il n'existe aucune disposition anatomique capable d'intercepter cette communication; il reste à examiner quelle en est la nature.

Les causes mécaniques qui pourraient provoquer un courant dans les pores du madréporite sont : la vibration des cils et les changements du volume total de l'appareil aquifère, mais il faut ajouter que personne n'a jamais constaté l'existence d'un courant quelconque à travers le madréporite d'un Oursin, et que, pour ma part, je n'ai pas été plus heureux en étudiant le *Dorocidaris*.

L'observation directe faisant défaut, nous devons rechercher ce qui est le plus probable. Supposons l'Oursin épanoui; si les cils vibratiles produisaient un appel de l'intérieur vers l'extérieur, le système ambulacraire, ainsi que la cavité de la glande ovoïde, tendraient à se vider, ce qui n'est pas admissible. Le volume de l'appareil aquifère restant le même, il ne peut se produire un courant de sortie sans qu'il existe en même temps un courant d'entrée, et réciproquement. Mais, pour que ces deux courants existassent simultanément, il faudrait qu'il y ait dans le madréporite deux sortes de canaux, les uns afférents, les autres efférents, disposition que se refuseront certainement à admettre tous ceux qui ont examiné avec soin la structure du madréporite.

Il est probable que la vibration des cils des pores aquifères tend à produire un appel du dehors en dedans. Cet appel ne pourra, il est vrai, provoquer un courant d'entrée, tant que la pression intérieure restera constante, mais il aura comme effet utile de maintenir la pression voulue dans l'appareil aquifère.

Supposons maintenant que les tentacules primitivement étendus viennent à se contracter, les vésicules se gonfleront en proportion, et il en résultera une poussée immédiatement transmise au test et à tous les viscères. Cette poussée aura deux effets : la compression du tube digestif éminemment déformable, et l'extension des membranes flexibles péristomiennes et anales. Ces deux effets compenseront

largement l'excès de pression qui tendait à se produire dans le liquide périviscéral par suite du gonflement des vésicules, le volume de l'appareil aquifère restera le même après, comme avant la contraction des tentacules, dont le jeu ne nécessite la production d'aucun courant dans le madréporite.

Cependant, si, à un moment donné, le volume de l'appareil aquifère est forcé de diminuer, le trop-plein pourra s'échapper au dehors par les pores aquifères, et les cils vibratiles serviront alors à empêcher la sortie des éléments figurés qui pourraient être entraînés par le courant. Dans ce cas, le madréporite remplira, selon l'expression de M. Perrier, le rôle d'une soupape de sûreté ; mais, somme toute, il n'est pas indispensable au fonctionnement normal des tentacules.

Si, comme nous venons de le voir, on ne peut admettre l'existence de courants continus dans les canalicules du madréporite, il est un phénomène à l'accomplissement duquel rien ne s'oppose ; c'est celui de la *diffusion simple* de l'eau ambiante dans les cavités qui communiquent avec ces canalicules. Notre conclusion sera donc la suivante : la plaque madréporique assure la pénétration du milieu extérieur dans l'appareil aquifère par *diffusion simple* et sans courants.

II. *Tentacules ambulacraires*. — Leur constitution varie selon les régions du test où on les considère ; étudions un tentacule situé dans la région adorale. Sa base est aplatie et se continue en un tube grêle terminé par une ventouse au centre de laquelle on distingue, à l'état d'érection, une proéminence conique (pl. XIV, fig. 5) ; lorsque le tentacule est rétracté, il affecte la forme représentée (pl. XVIII, fig. 3, *t*). Une coupe transversale de la région basilaire montre que sa lumière est double (pl. XIV, fig. 8, *d*), formée de deux canaux, qui continuent les deux pores ambulacraires, et sont séparés par des brides transversales. Ces deux canaux ne tardent pas à se fusionner en un seul qui forme le reste du tentacule. La figure demi-schématique (7) de la planche XIV indique les rapports de la vésicule, des deux pores et du tentacule ambulacraire.

La structure histologique de ce dernier ne diffère pas essenti-

lement de celle qui a été décrite chez les Échiniens par M. Kœhler¹ et par M. Niemiec². La lumière du tentacule est tapissée par un épithélium vibratile continu avec celui qui revêt l'intérieur des pores, la vésicule et le canal ambulacraire lui-même. On distingue ensuite une couche de fibres musculaires longitudinales, une couche très développée de fibres élastiques, une couche conjonctive et enfin une couche épithéliale qui se continue directement avec celle du test.

La couche conjonctive est remarquable par les spicules calcaires qu'elle renferme, et qui, lorsque le tentacule est étendu, lui donnent un aspect annelé. Éloignés les uns des autres dans l'état d'extension du tube, ces spicules se touchent tous dans l'état de contraction. Leur forme, essentiellement irrégulière, ne peut être caractérisée ; ils sont arqués, simples vers la base du tube, mais compliqués de prolongements externes dans la partie supérieure. Ces ramifications, toujours exclusivement externes, sont d'autant plus développées que le spicule est plus rapproché de la ventouse (fig. 11). Examinés, soit sur le vivant, soit après l'action d'une solution faible de potasse, ces spicules apparaissent, disposés de telle sorte qu'ils laissent libre une bande longitudinale allant depuis l'encoche du pore interne jusqu'à la ventouse (pl. XIV, fig. 5) ; immédiatement au-dessous de celle-ci, la dernière assise de spicules forme un anneau complet (pl. XV, fig. 11) que surmonte le squelette calcaire de la ventouse, c'est-à-dire *la rosette*, également située dans la couche conjonctive et constituée par des spicules à formes très complexes dont les ramifications en buisson rayonnent autour d'un espace central correspondant à l'extrémité du canal tentaculaire. Il ne nous a point paru d'un grand intérêt de rechercher, au milieu de tous ces spicules, ceux qui représentent le *cadre* des tentacules d'Échinien.

C'est dans la bande longitudinale laissée libre par les spicules, que se loge le nerf tentaculaire (pl. XV, fig. 10, *nt*) ; il est compris dans

¹ *Loc. cit.*

² *Recherches morphologiques sur les ventouses du règne animal (Rec. zool. Suisse, 1886, t. II).*

l'épaisseur de la couche épidermique du tentacule, et tout le long de son parcours les couches conjonctives et élastiques sous-jacentes sont réduites à une simple lame. Arrivé au sommet du tentacule, le nerf se renfle quelque peu (*n*) et se termine par des faisceaux de fibres entourant la base de la ventouse qu'elles innervent. Celle-ci est munie de fibres musculaires (*f*) indépendantes des muscles longitudinaux, attachées, d'une part, au centre du disque acétabulaire, et d'autre part aux parois du tube.

Il existe, dans l'ensemble du système ambulacraire d'un individu bien portant, une pression continue qui, si les tubes ambulacraires étaient dépourvus d'éléments contractiles, les maintiendrait en état d'érection constante ; considérons l'un d'eux. Il est érigé parce que ses fibres musculaires sont distendues et que tous ses tissus cèdent d'un commun accord sous la pression intérieure à laquelle résistent au contraire les muscles de la vésicule. Si toutes les fibres musculaires longitudinales du tube étaient dans le même état de distension, celui-ci serait droit et immobile ; mais, certaines de ces fibres venant à se contracter, le tentacule obéit à leur action en s'incurvant de leur côté, et l'on comprend comment, de la sorte, il peut exécuter des mouvements variés.

Nous avons dit qu'à l'état d'érection la ventouse présente une proéminence conique (pl. XIV, fig. 5) au centre du disque acétabulaire ; l'Oursin veut-il fixer un de ses tubes ambulacraires ? il applique le disque sur l'obstacle contre lequel s'écrase en quelque sorte le cône saillant, et, pendant que la ventouse est ainsi pressée contre la surface à laquelle elle doit adhérer, les fibres musculaires (*f*) attachées au sommet du cône se contractent et produisent une dépression là où précédemment était une saillie ; le vide tend à se faire au centre du disque acétabulaire et l'adhérence de la ventouse est réalisée. Cette adhérence est indépendante de l'action des fibres musculaires, longitudinales ; la ventouse adhère avant que celles-ci entrent en jeu.

Tout ce que nous venons de dire s'applique aux tentacules de la région qui s'étend depuis la bouche jusqu'au voisinage de l'équa-

teur, y compris ceux de la membrane péristomienne (on sait qu'il n'existe chez les Cidaridés rien de comparable aux dix tentacules buccaux des Échinidés). Nous avons insisté, au commencement de ce mémoire, sur le peu d'adhérence que développent les ventouses du *Dorocidaris*; on voit, d'après ce qui précède, que cela ne tient point à l'imperfection de ces organes, puisqu'ils sont aussi bien constitués que ceux des Oursins latistellés. Leur faiblesse résulte uniquement de leurs petites dimensions ¹.

Examinons maintenant les tentacules, depuis l'équateur jusqu'aux plaques ocellaires; nous voyons qu'ils diminuent progressivement de longueur et que leur ventouse s'atrophie peu à peu pour disparaître complètement dans la région apicale. Les figures (12) et (13) de la planche XV représentent les spicules de l'extrémité de deux tentacules, dont l'un (12) présentait encore une ventouse rudimentaire, tandis que l'autre (13), plus rapproché du pôle apical, en était complètement dépourvu. La présence de la ventouse étant liée à celle de la rosette, celle-ci est rudimentaire dans le premier et n'existe plus dans le second; on assiste à sa formation progressive en examinant successivement les tentacules d'un radius, depuis le pôle apical jusqu'à la région orale.

Les tentacules dépourvus de ventouse ne sont pas susceptibles d'une grande extension, leur partie basilaire double est très développée et le tube terminal est très court. Il est probable que l'absence de ventouse à l'extrémité des tentacules de la région apicale est un trait commun à tous les Cidaridés, mais ce n'est point un caractère particulier à la famille; nous savons en effet qu'on le retrouve chez les Diadématidés et les Arbaciadés ².

¹ Voici quelques chiffres qui montrent l'infériorité des *Dorocidaris* à cet égard :

<i>Dorosidaris</i> de.....	40 ^{mm}	Diamètre des ventouses.....	0 ^{mm} ,40
<i>Strg. lividus</i> de.....	46	—	0 ,75
<i>Arbacia</i> de.....	42	—	1 ,28
<i>Acrocladia</i> de.....	75	—	1 ,96

² Le genre *Arbacia* s'éloigne des Cidaridés par des caractères de premier ordre, parmi lesquels il suffit de citer la structure de son péristome et de sa membrane péristomienne; voici cependant la deuxième fois que nous sommes conduits à citer

Le liquide contenu dans les vaisseaux de l'appareil aquifère renferme les mêmes éléments figurés amœboïdes que le fluide périviscéral. Il se meut sous l'action de l'épithélium cilié qui revêt tous les canaux, et il est facile de suivre son mouvement dans les tentacules d'un animal bien vivant, grâce aux amibes bruns, qui ne font jamais défaut. On voit ces derniers arriver dans le tentacule! par le pore externe, atteindre l'extrémité du tube et redescendre pour disparaître dans le pore interne; il y a, entre chaque tentacule et sa vésicule, une véritable circulation; le courant suit le même chemin que la matière d'une injection.

Existe-t-il dans l'ensemble de l'appareil un vrai mouvement circulatoire? L'observation directe n'est pas possible, mais un pareil mouvement est difficile à admettre. Il faudrait, pour qu'il existât, qu'il y ait dans chaque canal faisant partie dudit appareil, deux courants en sens inverse; or, si l'on peut, à la rigueur, les admettre dans le vaisseau ambulacraire, il est difficile de comprendre qu'ils puissent se produire simultanément dans des canaux aussi petits que les branches latérales destinées aux tentacules. Les courants qui pourront s'établir entre les vésicules et les vaisseaux ambulacraires seront des courants intermittents et principalement dus à l'érection ou à la contraction des tentacules. Lorsque l'animal est épanoui, les seuls mouvements circulatoires possibles sont, à notre avis, ceux qui s'établissent entre les tentacules et les vésicules correspondantes, indépendamment des courants qui peuvent exister dans les cinq vaisseaux ambulacraires, l'anneau œsophagien et le tube aquifère.

Il n'y a pas dans l'appareil aquifère une véritable circulation générale.

ce genre à propos des Dorocidaridés. Tout en conservant les puissantes ventouses des Echinidés sur la région orale des zones ambulacraires, il emprunte aux Cidaridés le mode de locomotion à l'aide des piquants (d'après les intéressantes observations d'Agassiz, *loc. cit.*), et, toutes ses facultés locomotrices s'étant ainsi concentrées sur sa face orale, les tubes ambulacraires aboraux ont perdu leur ventouse, ce qui est également un caractère de Cidaridés. Il est d'ailleurs intéressant de constater avec Mackintosh (*loc. cit.*), que l'extrémité des piquants locomoteurs de l'*Arbacia* est encroûtée par une couche corticale analogue à celle des radioles du Dorocidaridés.

rale, mais bien une série de circulations partielles *vésiculo-tentaculaires*.

SYSTÈME LACUNAIRE VISCÉRAL.

Nous décrirons, sous cette dénomination, l'appareil qui est appelé très généralement, chez les Échinidés : *système vasculaire sanguin*, *Blutgefäßssystem*, *Blood-vascular system*.

La première épithète, *vasculaire*, doit être supprimée (au moins chez les Cidaridés), car les canaux qui constituent le système en question ne sont pas des vaisseaux, mais de simples lacunes interstitielles creusées dans le tissu conjonctif. Quant au qualificatif *sanguin*, il nous paraît préférable de ne pas l'employer, parce que le liquide auquel on l'applique, n'étant pas animé d'un mouvement circulatoire et n'étant pas chargé d'apporter l'oxygène aux tissus, n'a pas toutes les qualités requises pour mériter le nom de *sang*. H. Milne Edwards appelle ce système de canaux des Échinodermes, *système vasculaire viscéral*; nous lui empruntons cette dénomination en modifiant le premier qualificatif pour les raisons que nous avons indiquées.

L'étude de ce système présente des difficultés qui seraient presque insurmontables si l'on se bornait exclusivement à une seule méthode d'investigation. J'ai employé la méthode des injections et celle des coupes, et toutes les fois que je l'ai pu, j'ai corroboré les résultats de l'une par ceux de l'autre. Les masses colorées dont je me suis servi sont : le blanc d'argent (gouache) délayé dans l'eau, l'essence de térébenthine colorée, le bleu soluble préparé à la gélatine ou simplement dissous dans l'eau distillée. Cette dernière matière a été employée toutes les fois qu'il était nécessaire de retrouver l'injection sur des coupes. Enfin une simple injection d'air m'a quelquefois donné de très bons résultats.

J'ai d'abord recherché les deux vaisseaux marginaux de l'intestin qui sont si faciles à distinguer chez les Échiniens; le seul qu'il soit

possible d'apercevoir chez le *Dorocidaris*, quand on n'est pas prévenu par des recherches antérieures, est le vaisseau marginal externe (pl. XVIII, fig. 1, 2, 3, *ve*). Sur le bord interne de l'intestin, on voit une lame mésentérique large, très résistante, bourrée de spicules calcaires, souvent très fortement pigmentée en brun, mais on ne distingue rien de semblable au vaisseau marginal interne d'un *Echinus*.

Il faut donc tenter une injection par le vaisseau externe; l'opération est délicate, car le diamètre de ce vaisseau est très petit. Il est toutefois possible de la réussir, et l'on voit alors la matière colorée se répandre dans un riche réseau capillaire (pl. XVIII, fig. 3) qui chemine dans les parois intestinales et atteint le bord interne de l'intestin. Arrivée là, la masse colorée pénètre, par de courts canalicules, dans l'intérieur de la lame mésentérique interne et s'y répand en dessinant une sorte de vaisseau marginal interne d'où partent de nombreuses et très irrégulières ramifications (*vi*).

Une coupe transversale de l'intestin montre que le vaisseau marginal externe est une dépendance de la lame mésentérique externe (pl. XV, fig. 7, *ve*). Quand il est gonflé, soit par son contenu naturel, soit par la matière injectée, il est parfaitement cylindrique et paraît un véritable vaisseau, mais comme il est dépourvu d'épithélium interne, on doit le considérer comme une simple lacune.

Cette lacune marginale externe est parfaitement régulière, bien endiguée et isolée en partie de la lame dans l'intérieur de laquelle elle a pris naissance; il en est tout autrement du pseudo-vaisseau marginal interne. Celui-ci est contenu dans l'épaisseur même de la lame interne (pl. XV, fig. 7, *vi*); sa lumière est irrégulière, mal délimitée au milieu du tissu conjonctif; on ne saurait s'y tromper, ce n'est rien autre chose qu'une lacune interstitielle creusée dans la lame mésentérique interne. Quant au réseau capillaire qui recouvre l'intestin, il est composé de canalicules lacunaires situés dans la partie de la couche conjonctive sur laquelle s'attachent les cellules épithéliales.

Ayant ainsi, grâce aux premières injections, trouvé la lacune marginale interne, c'est en introduisant la canule dans son intérieur

que j'ai, depuis ce moment, injecté le système lacunaire viscéral. Pour avoir plus de chances de réussite, il faut s'adresser à un individu dont les lames mésentériques sont peu pigmentées (nous verrons plus loin pourquoi). Une injection bien réussie nous montre que la lacune marginale interne se continue sur la deuxième courbure jusqu'à une petite distance du rectum. La lacune externe se perd ordinairement avant la première, et la limite de ces deux lacunes indique celle des capillaires intestinaux. Ceux-ci s'étendent depuis la région ainsi définie jusqu'à la rencontre de l'œsophage et de l'intestin. Le réseau qu'ils forment est très net et parfaitement dessiné sur tout le parcours de la première circonvolution; arrivé à la deuxième, ce réseau perd peu à peu de sa netteté, et enfin dans sa région terminale, on ne le distingue plus à l'œil nu, il devient confus et les canalicules semblent se perdre dans une lame lacunaire uniforme. Cela tient à ce que le réseau s'est peu à peu réduit à ses plus fins canalicules, et que ceux-ci se sont rapprochés à tel point que, même sous la loupe, ils paraissent se confondre.

La lacune marginale interne se prolonge le long de l'œsophage (pl. XVIII, fig. 4, *vi*) et arrive ainsi sur le bord interne de l'anneau aquifère où elle forme un deuxième anneau accolé au premier (pl. XVIII, fig. 4, 5; pl. XIX, fig. 1, 2, 4, 6). Cet anneau périœsophagien fournit, d'une part, cinq branches vers la bouche, et, d'autre part, une vers le pôle apical.

Celle-ci consiste en un réseau lacunaire qui chemine dans les parois de l'organe ovoïde (pl. XVIII, fig. 3, 4, *l*) et se dirige avec lui vers la rosette apicale pour se prolonger dans l'épaisseur du pentagone génital (*lg*) dont nous avons parlé précédemment (p. 288). Avant d'atteindre ce pentagone, les lacunes qui suivent l'organe ovoïde s'anastomosent avec un réseau naissant de l'extrémité de la lacune marginale externe (pl. XVIII, fig. 3, 4, *rm*).

Les cinq branches que l'anneau périœsophagien envoie vers le pôle oral sont formées de lacunes creusées dans les cinq arêtes pharyngiennes. Pour avoir une bonne idée de la constitution de celles-ci,

il faut les étudier par des coupes transversales et longitudinales. Ces coupes nous apprennent que les arêtes pharyngiennes sont formées d'une quantité de tractus conjonctifs irrégulièrement anastomosés entre eux et s'attachant aux parois du pharynx (pl. XIV, fig. 9, *av*). C'est dans l'intérieur des tractus conjonctifs que sont situées les lacunes dont nous nous occupons en ce moment. J'ai réussi plusieurs fois à les injecter partiellement en poussant l'injection par la lacune marginale interne; une de ces préparations est représentée (pl. XIX, fig. 2). On aperçoit cinq canaux à peu près réguliers, naissant de l'anneau œsophagien (*av*) et bordant le tranchant des arêtes pharyngiennes; cet aspect s'explique par la coupe (11) de la planche (XIV) sur laquelle on retrouve, au sommet du triangle (section droite de l'arête) la coupe d'une sorte de canal lacunaire à lumière presque circulaire. Cette partie canaliforme de la lacune disparaît dans la partie antérieure du pharynx où elle se transforme peu à peu en une lame (pl. XVII, fig. 4) qui se recourbe pour passer au-dessus des muscles intermaxillaires. Quant au réseau formé par les tractus de l'arête, il se prolonge jusqu'à l'anneau nerveux (pl. XIV-XIX, fig. 9, 4). Il était important de s'assurer de l'existence des lacunes pharyngiennes; je n'ai plus eu aucun doute lorsque je suis parvenu à en obtenir une injection partielle.

Chaque lacune pharyngienne se prolonge dans le radius correspondant en une lame lacunaire qui se place entre le nerf et le vaisseau ambulacraire auquel elle est accolée, et, de la sorte, se trouvent constituées cinq lacunes radiales dépendant du système lacunaire viscéral.

Il ne m'a pas été possible d'injecter ces lacunes radiales et j'ai dû les étudier seulement par la méthode des coupes; cette étude doit être faite d'abord dans la région péristomienne. Une coupe, pratiquée tout près du sommet du pentagone nerveux (point que n'atteint pas le vaisseau ambulacraire), nous montre la lacune radiale séparée du nerf par l'espace périnervien (pl. XVII, fig. 8). Sur les coupes suivantes de (7) à (3), cette lacune (*h*) s'est appliquée contre le vaisseau

ambulacraire (*aq*), préalablement injecté au bleu soluble. La coupe (4) est particulièrement intéressante, car elle montre une branche latérale (*lt*) se détachant de la lacune radiale et accompagnant la branche correspondante du vaisseau ambulacraire. Dans les coupes (6) (7), les branches tentaculaires (*lt*) ont été coupées transversalement, et l'on voit que chacune d'elles enveloppe la ramification correspondante du vaisseau ambulacraire.

Il est ainsi bien établi : 1° qu'il existe dans chaque zone ambulacraire une lacune radiale appartenant au système lacunaire viscéral, faisant suite aux lacunes pharyngiennes émanées elles-mêmes de l'anneau lacunaire périœsophagien ; 2° que cette lacune radiale envoie, comme le vaisseau ambulacraire, une branche à chaque tentacule.

Après avoir étudié un radius dans la région péristomienne, on peut comprendre une coupe de ce même radius dans une région quelconque du test, près de l'équateur par exemple ; on y retrouve (pl. XVII, fig. 9) le nerf (*n n'*), le vaisseau aquifère (*aq*) ; entre les deux, une lame (*lr*) dans l'épaisseur de laquelle est la lacune radiale ; le tout est recouvert par la membrane qui limite l'espace périnervien (*e*).

Cet espace que l'on retrouve sur toutes les coupes, divisé de diverses manières par les branches tentaculaires des appareils aquifère et lacunaire, se prolonge jusqu'au sommet du pentagone nerveux où il paraît se terminer en cul-de-sac (pl. XIV, fig. 9, *e*) ; cependant je n'affirmerai pas qu'il ne se continue entre les brides de l'arête pharyngienne. Ce qui est bien certain, c'est que cet espace périnervien n'accompagne point le pentagone nerveux autour du pharynx, et que, chez l'adulte, il n'a aucune communication avec la cavité générale. Les cinq espaces radiaux périnerviens sont entièrement clos et ne communiquent pas les uns avec les autres.

II. — Le liquide du système lacunaire viscéral renferme les mêmes éléments amœboïdes que le fluide périviscéral. Mais ce qui le carac-

térise essentiellement, c'est la présence d'une matière amorphe, finement granuleuse, fixant bien les matières colorantes, et qui, chez des individus conservés dans l'alcool, s'aperçoit au travers des tissus, grâce à sa couleur blanc-jaunâtre et à son opacité. On ne rencontre pas ce contenu opaque dans les vaisseaux aquifères ni dans les caillots du fluide périviscéral. Il est plus ou moins abondant selon les conditions dans lesquelles se trouve placé l'Oursin, et, tandis qu'il remplit parfois le réseau capillaire intestinal et ses dépendances, chez ceux qui viennent d'être pêchés, on ne le retrouve plus chez les *Dorocidar* qui ont jeûné quelque temps en captivité.

Les sphérules brunâtres que nous avons observées dans le fluide périviscéral se rencontrent également dans les lacunes du système viscéral, et elles sont d'autant plus abondantes que l'animal est plus âgé. Chez les gros individus, elles sont développées à un tel point que les lacunes en sont presque obstruées; la lacune marginale interne est celle où se rassemblent en plus grande quantité ces granulations qui parfois colorent entièrement, en brun foncé, la lame mésentérique correspondante. Entraînées par le courant d'une injection, ces granulations ne tardent pas à boucher la lumière des lacunes et sont alors un obstacle insurmontable qui arrête la masse colorée; c'est pour éviter cet inconvénient qu'on doit s'adresser de préférence à des individus de moyenne ou de petite taille peu pigmentés.

Le contenu du système lacunaire viscéral n'est pas animé d'un mouvement circulatoire, il n'est soumis à l'impulsion d'aucun organe contractile ni d'aucun épithélium cilié. Il est cependant de toute évidence qu'il doit se déplacer pour se porter dans les tissus où il est utilisé; ce mouvement s'explique de la façon suivante :

Quand les absorbants de l'intestin fonctionnent, ils tendent à se remplir de plus en plus, et il se produit dans cette partie du système lacunaire une poussée qui détermine un courant vers les parties éloignées du réseau capillaire; un pareil courant ne peut être que lent et sa direction est constante.

III. — Pendant que je poursuivais mes recherches sur ce système lacunaire viscéral et que je tâchais d'en découvrir toutes les dépendances, il m'est venu à l'esprit un doute sur leur véritable nature. Les divers espaces plus ou moins mal canalisés dans lesquels pénètre la matière des injections, faisaient-ils partie d'un appareil réellement disposé en vue d'une fonction physiologique, ou bien n'étaient-ils que des vides intersticiels, sans importance, apparaissant dans les tissus selon les caprices d'une injection plus ou moins pénétrante ?

Deux arguments principaux nous paraissent propres à faire cesser ce doute :

1° La masse colorée d'une injection suit toujours le même trajet chez les divers individus, ce qui prouve que, chez tous, son parcours est tracé à l'avance, et cela quelle que soit la matière employée. La térébenthine colorée, le bleu soluble, le blanc de gouache, le carmin délayé et l'air lui-même suivent toujours les mêmes chemins ;

2° Personne n'a jamais contesté que le vaisseau marginal interne d'un *Echinus* ne soit un canal différencié en vue d'une fonction parfaitement déterminée. Or, nous avons vu que chez le *Dorocidaris* ce vaisseau est remplacé par un espace lacunaire irrégulier creusé dans le tissu conjonctif du mésentère, et nous sommes obligés d'attribuer à cette lacune marginale une fonction identique à celle du canal bien régulier, bien endigué d'un *Echinus* ; nous ne pouvons pas considérer cette lacune comme accidentellement produite par une injection. Dès lors nous ne pouvons plus arguer de ce que les divers réseaux du système lacunaire viscéral sont formés par les interstices plus ou moins irréguliers du tissu conjonctif pour leur refuser de véritables fonctions physiologiques. Nous ne pouvons refuser à l'un la qualité que nous accordons à l'autre.

IV. — Examinons maintenant en quoi le système de lacunes que nous venons d'étudier chez le *Dorocidaris*, diffère de l'appareil que les auteurs ont décrit chez les Échinidés sous le nom de *système san-*

guin et quelles sont les notions nouvelles qui résultent de cette étude.

MM. Carl Vogt et Yung¹ pensent qu'il ne faut voir dans ce système « qu'un système lacunaire d'irrigation de forme vasculaire ». Ces auteurs sont, à ma connaissance, les premiers qui aient élevé des doutes sur la véritable nature des canaux ordinairement appelés *vaisseaux* chez les Oursins. Nous venons de voir que chez le *Dorocidaris* le caractère lacunaire est évident².

Réseau de l'intestin. — Les deux lacunes marginales se prolongent sur la deuxième courbure jusqu'à une limite plus rapprochée du rectum que chez les Échinidés, de telle sorte que la partie de l'intestin, dépourvue de capillaires, est, toutes proportions gardées, moins considérable chez le *Dorocidaris*.

Le vaisseau collatéral n'existe pas; l'absence de cette dépendance de lacune marginale externe est sans doute intéressante à constater chez le *Dorocidaris*, mais ce n'est point un caractère propre aux Cidaridés, car le *Strongylocentrotus lividus* en est également dépourvu.

Anneau périœsophagien. — Il est connu chez les Échinidés depuis les recherches de M. Teuscher et de M. Kœhler. D'après ce dernier, l'anneau sanguin d'un *Sphærechinus* envoie une branche à chaque vésicule de Poli. Ces organes ne sont point distincts de l'anneau chez le *Dorocidaris*, tout au plus sont-ils représentés par les cinq lobes du double anneau œsophagien.

Réseau de la glande ovoïde et des glandes génitales. — Chez le *Sphærechinus*, il existe, d'après M. Kœhler, un réseau distribué à la glande ovoïde et relié à l'anneau sanguin œsophagien par un canal qui longe le canal du sable (canal glandulaire). Chez le *Dorocidaris*, il n'y a point de canal glandulaire parce que l'extrémité de la glande

¹ *Traité d'anatomie comparée.*

² J'ai signalé ce caractère chez le *Dorocidaris* dans une note préliminaire (*Compt. rend. Acad. sc.*, 7 mars 1887), mais je conservais encore un doute au sujet des capillaires de l'intestin que je considère aujourd'hui comme lacunaires, n'ayant pu réussir à constater la présence d'un endothélium.

touche l'anneau œsophagien lui-même ; le réseau de la glande ovoïde prend directement sa source dans cet anneau.

Quant au réseau destiné aux glandes génitales et contenu dans l'épaisseur du pentagone génital, il est resté inaperçu jusqu'au jour où j'ai signalé sa présence chez le *Dorocidaris*¹. Depuis lors, O. Hamann² l'a retrouvé, et j'ai moi-même constaté sa présence chez l'*E. acutus* et l'*E. sphaera*.

A propos de ce dernier Oursin, je remarquerai que le système de tubes figuré par M. Perrier³ sur la lame mésentérique qui s'étend de la glande ovoïde à l'œsophage et décrit par lui comme un système de glandes s'ouvrant sous la plaque madréporique est composé, non de tubes glandulaires, mais de canaux lacunaires appartenant à un réseau continu avec celui du pentagone génital. Il n'existe pas de conduit excréteur faisant déboucher, sous le madréporite, ces prétendues glandes qui ne sont en réalité autre chose qu'une partie du système lacunaire que nous retrouvons en (*vm*) (pl. XVIII, fig. 3, 4) chez le *Dorocidaris*.

Lacunes du pharynx. — M. Teuscher signale que l'anneau sanguin œsophagien envoie cinq vaisseaux le long du pharynx, mais M. Kœhler n'ayant pu retrouver ces vaisseaux, en a nié l'existence. Les conclusions de ces deux auteurs, relatives à ce point d'anatomie, ont été discutées par M. Herbert Carpenter qui, prenant parti pour l'opinion de Teuscher, estime que la preuve de l'absence de ces vaisseaux pharyngiens reste à faire.

Comme on vient de le voir, ces vaisseaux ou mieux ces lacunes pharyngiennes existent chez le *Dorocidaris*, et ce fait anatomique n'a pas été plutôt signalé par moi, qu'il s'est trouvé confirmé par M. Kœhler lui-même dans les termes suivants : « L'existence des cinq vaisseaux pharyngiens ayant été beaucoup discutée, et leur

¹ *Compt. rend. Acad. sc.*, 15 juin 1886.

² *Vorläufige Mittheilungen z. Morph. d. Echiniden.* (*Jenaische Zeits. f. Natur.*, ausgegeben am 29 oktober 1886).

³ *Loc. cit.*

présence modifiant les relations des vaisseaux chez les Oursins, je tiens à déclarer que je les ai trouvés à mon tour¹. »

Lacunes radiales. — Les auteurs sont loin d'être d'accord sur le nombre et la qualité des canaux radiaux d'un Oursin. M. Perrier ne mentionne dans son mémoire sur l'*Appareil circulatoire des Oursins*, qu'un seul vaisseau radial qui est le vaisseau ambulacraire. M. Kœhler en décrit deux : le vaisseau ambulacraire proprement dit et un vaisseau profond qui serait un dédoublement du premier ; ils communiqueraient tous deux avec l'anneau aquifère.

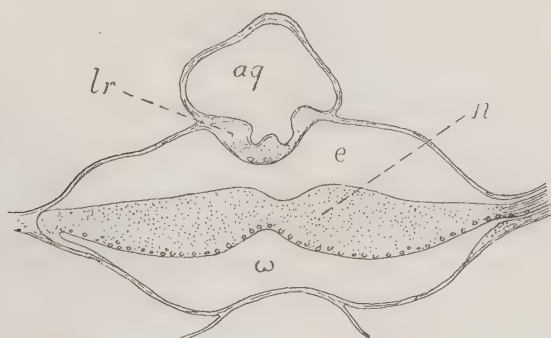


Fig. 14. — Coupe transversale d'un radius d'*Echinus sphaera*; *aq*, vaisseau ambulacraire; *lr*, lacune radiale; *e*, espace périnervien; *n*, nerf ambulacraire; ω , espace correspondant (?) à l'espace intra-nervien du *Dorocidaris*.

M. Teuscher décrit deux vaisseaux distincts : l'un aquifère, l'autre sanguin, appelé *nervengefass*, qui renferme le nerf et communique avec l'anneau sanguin périœsophagien par l'intermédiaire des vaisseaux pharyngiens.

Les résultats fournis par l'étude du *Dorocidaris* ne s'accordent avec aucune des descriptions des auteurs précités. Il y a cependant une idée juste dans la manière de voir de Teuscher, qui admet dans chaque radius d'Oursin une dépendance de l'anneau sanguin. Mais, l'auteur allemand s'est trompé quand il a décrit comme branche ra-

¹ *Compt. rend. Acad. sc.*, 3 juillet 1886.

diale sanguine son *nervengefass*. Quelques recherches sur les Échinidés m'ont convaincu de son erreur.

Les coupes ci-contre pratiquées dans un radius d'*Echinus sphæra* montrent que la lacune radiale est située dans l'épaisseur de la membrane qui sépare le vaisseau ambulacraire du *nervengefass* de Teuscher. Elle est facile à reconnaître grâce au coagulum qu'elle renferme. D'autre part, l'espace périnervien qui est le *nervengefass*, n'est pas simple, mais bien composé de deux parties distinctes et séparées par le nerf lui-même. L'espace (e) correspond à celui que

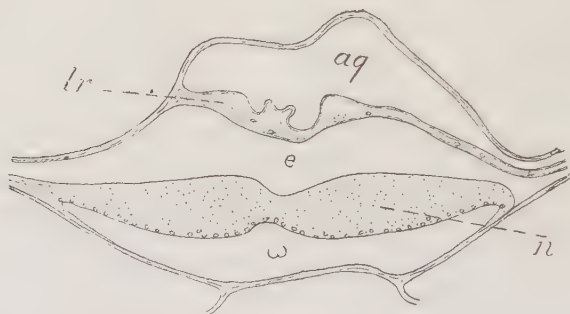


Fig. 15.— Coupe transversale d'un radius d'*Echinus sphæra* au niveau où le vaisseau ambulacraire et la lacune radiale émettent chacun une branche latérale.

nous avons désigné par la même lettre chez le *Dorocidaris* (pl. XVII), quant à la partie (ω) elle me paraît correspondre à l'espace intra-nervien du *Dorocidaris*, mais je n'ai point poussé assez loin mes recherches sur l'*E. sphæra* pour pouvoir l'affirmer.

Quoi qu'il en soit, nous retrouvons chez un Échinus comme chez un *Cidaris*, une lacune radiale appartenant au système lacunaire viscéral, située entre le vaisseau ambulacraire et l'espace périnervien.

Les deux vaisseaux ambulacraires dont parle M. Kœhler sont très probablement le vaisseau ambulacraire proprement dit et l'espace périnervien (e). La figure qu'il donne (pl. V, fig. 36) reproduit l'aspect que l'on obtient lorsqu'on injecte cet espace et le vaisseau ambulacraire. J'avais d'abord supposé que le vaisseau profond de

M. Kœhler correspondait à notre lacune radiale, mais cette assimilation n'est pas possible, car le canal auquel l'auteur fait allusion est « un vaisseau profond plus large (que le vaisseau superficiel), étroitement appliqué contre le nerf » ; ces caractères sont précisément ceux de l'espace périnervien.

Nous avons dit que cet espace n'avait, chez le *Dorocidaris*, aucune communication avec la cavité générale, il en est de même chez les Échinidés ; quand on l'injecte, on voit la matière pénétrer jusqu'aux arêtes pharyngiennes où elle s'arrête, et jamais je n'ai pu constater qu'elle s'échappât dans la cavité générale au niveau des auricules, comme le prétend M. Kœhler.

V. — *Branches tentaculaires de la lacune radiale.* — Nous avons montré l'existence de ces lacunes tentaculaires, mais nous ne nous sommes point préoccupés jusqu'ici de les suivre jusqu'au bout. La question est difficile à résoudre, il faut cependant l'aborder ; voici ce que l'on observe chez le *Dorocidaris* :

Sur des coupes transversales faites dans un radius, on voit la lacune radiale, ou plutôt sa branche latérale, s'appliquer contre la branche tentaculaire du nerf et l'accompagner jusqu'à l'entrée du pore. A partir de ce point il ne faut plus songer à la suivre sur des coupes ainsi orientées, et l'on doit s'adresser à des sections tangentielles aux plaques ambulacraires. On observe, sur ces coupes, que le nerf tentaculaire est accompagné, pendant sa traversée du test, par un petit canal (*lt*) situé vers l'intérieur du pore (pl. XIV, fig. 13). Ce canal se retrouve dans le corps du tentacule lui-même (pl. XV, fig. 10, *vt*) accompagnant toujours le nerf ; or, si nous admettons que la branche tentaculaire de la lacune radiale, après s'être accolée contre le nerf, l'accompagne jusque dans le tentacule, c'est précisément à la place du petit canal révélé par les coupes que devra se placer la lacune que nous cherchons à suivre, il est donc très probable que c'est elle-même qui apparaît en (*vt*). On peut objecter que le canal (*vt*) pourrait aussi bien être le prolongement tentacu-

laire de l'espace périnervien (*e*), mais nous pouvons injecter cet espace, et nous voyons toujours l'injection s'arrêter, avant l'entrée du pore, dans un cul-de-sac.

Je crois donc qu'il faut, jusqu'à preuve du contraire, admettre que les branches latérales de la lacune radiale se prolongent dans les tentacules en suivant la face interne du nerf.

VI. — *Glande ovoïde*. — La glande ovoïde du *Dorocidaris* s'étend depuis la plaque madréporique jusqu'aux anneaux œsophagiens qu'elle touche. Elle est supportée par la portion du mésentère (*mo*) qui relie l'œsophage au pentagone génital, et aussi par la lame (*mir*) qui prolonge le mésentère interne de la deuxième courbure (pl. XVIII, fig. 3, 4, 5; pl. XV, fig. 19). Sa forme n'a rien de caractéristique; je l'ai représentée aussi fidèlement que possible.

L'organe en question est creux; si on l'ouvre par une incision longitudinale pratiquée le long du tube aquifère, on voit que sa cavité est traversée par de nombreux tractus qui se détachent des parois, s'anastomosent d'une façon irrégulière et limitent des alvéoles, des anfractuosités de dimensions et de formes variées (pl. XIX, fig. 6), de telle sorte qu'une coupe transversale présente l'aspect représenté (pl. XXI, fig. 1). Examine-t-on comparativement les organes ovoïdes de plusieurs individus? on voit la disposition des tractus varier à l'infini, mais on observe que, toujours sans exception, ils arrivent à former, dans l'axe de la cavité, une sorte de cordon bien apparent qui se dirige vers l'extrémité apicale (pl. XIX, fig. 6, *cc*).

La cavité de la glande se termine en cul-de-sac vers son extrémité orale, tandis qu'elle se prolonge vers le pôle apical par un canal collatéral au canal aquifère, que nous avons déjà mentionné et désigné sous le nom de *conduit aquifère annexe*. C'est ce canal que M. Perrier¹ a appelé *canal excréteur* chez l'*Echinus sphæra*, et c'est ainsi que je l'ai désigné dans les notes qui ont précédé ce mémoire, afin

¹ *Loc. cit.*

d'éviter les équivoques. Telle ou telle dénomination importe peu, mais ici nous nous trouvons en face d'un nom qui indique une fonction bien définie et qui devrait, sans nul doute, être adopté s'il était démontré que la glande ovoïde est un organe d'excrétion. Cette démonstration n'étant pas faite, il nous a paru bon de ne plus employer le terme de *canal excréteur*.

Nous avons démontré, par des coupes excessives, que le *conduit annexe* débouche dans les pores du madréporite; ces mêmes coupes et ces mêmes injections montrent que ce conduit est le prolongement de la cavité de la glande (pl. XIX, fig. 5; pl. XX, fig. 1-8). L'eau extérieure pénètre donc par diffusion dans cette cavité.

Le cordon axial mentionné plus haut augmente d'épaisseur à mesure qu'il se rapproche du madréporite. A quelque distance de ce dernier le tissu périphérique de la glande disparaît, et il ne reste plus que le cordon; celui-ci longe quelque temps le canal annexe, puis, s'incurvant, pénètre définitivement dans un espace séparé de ce canal; à ce moment, le cordon axial que j'appellerai plus spécialement *processus glandulaire* a acquis ses plus grandes dimensions et mesure fréquemment 1 millimètre de diamètre (pl. XIX, fig. 5, 6). Il affecte la forme d'une massue à manche courbe. L'extrémité de la massue n'est pas libre et envoie plusieurs prolongements conjonctifs qui l'attachent au test.

L'espace dans lequel se loge le processus glandulaire correspond au creux madréporique (p. 93) et est limité par une membrane qui prolonge l'enveloppe de la glande; cet espace est clos, sans communication avec la cavité générale ni avec les pores de la plaque. La membrane qui le limite est profondément modifiée dans la partie qui confine au creux madréporique; elle est, dans cette région, molle, délicate, et ne renferme pas de spicules calcaires, caractère qui, sous la loupe, sert à la distinguer immédiatement des parties avoisinantes. Quand on la déchire, on aperçoit dans son épaisseur un tissu spongieux, très mou, fuyant devant le scalpel le mieux aiguisé.

Histologie. — La glande ovoïde est revêtue par l'épithélium qui recouvre tous les organes contenus dans la cavité génitale. Sur une coupe transversale on distingue, à première vue, le canal du sable (*c*) (pl. XXI, fig. 4), la cavité de la glande (*c'*) et ses parois propres. La structure de celles-ci est difficile à analyser; il faut, pour réussir, s'adresser à un individu placé dans des conditions physiologiques spéciales qui aient amené préalablement une diminution dans le nombre des éléments cellulaires qui, d'ordinaire, se pressent dans ce tissu; un jeûne prolongé réalise bien ces conditions.

On reconnaît alors, sans difficulté, que le substratum de la glande ovoïde est un tissu conjonctif lâche, à alvéoles irrégulières qui se continue directement avec celui du mésentère. La zone périphérique externe est bourrée de spicules calcaires emprisonnés dans l'élément conjonctif, et elle renferme en outre les lacunes du réseau que les injections nous ont d'abord fait connaître (pl. XXI, fig. 1, 2, 4). De plus, on voit dans cette zone les lumières de petits canaux tapissés par un épithélium semblable à l'épithélium externe. Ces canaux débouchent sur la surface externe de l'organe (pl. XXI, fig. 2, *q*).

Le stroma conjonctif devient plus lâche dans la zone périphérique interne; il forme les nombreux tractus et anfractuosités que l'on aperçoit lorsqu'on ouvre la glande et qui sont tapissés par un épithélium continu présentant les mêmes caractères que l'épithélium de la cavité générale. Immédiatement au-dessous de ce revêtement épithélial interne, les alvéoles conjonctives sont mieux délimitées et quelque peu plus régulières (pl. XXI, fig. 3, 4).

Lorsqu'on examine une section comme celle qui a été représentée fig. (4), pl. (XXI), on aperçoit les coupes (*q*) des canaux périphériques externes et aussi celles de nombreuses anfractuosités (*c'*) faisant partie de la cavité intra-glandulaire. On les distingue aisément, grâce à la couche d'alvéoles qui entoure ces dernières (comparez la figure (3) (*q*) à la figure (4, *c'*).

De nombreux éléments cellulaires sont répandus dans les alvéoles du tissu conjonctif.

Les plus abondants sont caractérisés par un noyau granuleux entouré d'une zone protoplasmique ramifiée. (La glande mise en coupe étant celle d'un *Dorocidaris* à jeun depuis longtemps, ces éléments sont peu nombreux; chez un individu venant d'être pêché, ils encombrant le tissu conjonctif.) Ces cellules (*z*) ne sont rien autre chose que des amibes à longs pseudopodes identiques à ceux que nous avons étudiés dans le fluide périviscéral; après l'action des réactifs, elles offrent le même aspect et les mêmes dimensions que les amibes emprisonnés dans un caillot (pl. XXI, fig. 6, *z*).

On rencontre aussi dans les parois de la glande des globules mûri-formes et des amibes bruns, mais ces deux éléments sont toujours moins abondants que les premiers. Pour constater la présence des amibes bruns, il est nécessaire d'examiner des fragments de la glande à l'état vivant, car les réactifs les rendent méconnaissables.

Enfin, il existe dans les alvéoles du tissu que nous étudions des sphérules pigmentaires brunâtres plus ou moins abondantes, selon l'âge de l'individu, et principalement confinées dans la zone des lacunes périphériques. Ces grains de pigment sont identiques à ceux que nous avons observés dans le fluide périviscéral et dans le système lacunaire viscéral.

En examinant des coupes de la glande qui, partant de sa région moyenne se rapprochent de plus en plus de l'extrémité apicale, on assiste à la formation progressive du processus glandulaire et à celle de la cavité sous-madréporique (pl. XX, fig. 1-7, *e.*). Le processus est formé par le tissu de la glande renforcé de fibres conjonctives épaisses, disséminées çà et là dans sa masse (pl. XX fig. 11, *f*); il est revêtu d'un épithélium vibratile sous lequel apparaissent des fibres longitudinales (*l*) musculaires (?). Sur tout son parcours il est traversé par de petits canaux (*d*), fig. (9, 11, 12) dont quelques-uns débouchent sur la paroi, mais qui pour la plupart s'ouvrent à son extrémité apicale (fig. 10, pl. XX), (pl. XXI, fig. 8, *d*). Entre ces canaux, le tissu conjonctif renferme les mêmes éléments cellulaires que nous avons trouvés dans le tissu de la glande elle-même. Le processus se ter-

mine dans le creux madréporique, par quelques filets conjonctifs qui s'attachent à la plaque.

Le tissu mou de la membrane qui recouvre le creux madréporique du côté de l'anús (pl. XIX fig. 5, *x*) est formé de sortes de vésicules à parois extrêmement minces, pressées les unes contre les autres et renfermant le plus souvent des globules à long cil vibratile qui, lorsqu'on met un fragment de ce tissu sous le microscope, s'échappent en foule dans le liquide environnant (pl. XIX, fig. 14). Quelquefois, cependant, il m'est arrivé de trouver ces vésicules bourrées de globules mûrifomes (pl. XIX, fig. 13). Le fragment de coupe représenté (pl. XXI, fig. 7) montre l'aspect ordinaire du contenu du tissu en question, après l'action des réactifs; nous avons expliqué (voir *Fluide périviscéral*) comment les globules à cil vibratile produisent cette apparence.

Nous avons vu que le système aquifère et le système lacunaire viscéral forment chacun un anneau périœsophagien; les deux anneaux sont intimement accolés, l'un (externe) est constitué par le prolongement du canal aquifère, l'autre (interne) par le prolongement de la lacune marginale interne. Lorsqu'on injecte ce dernier, on voit qu'il envoie tout autour de lui de nombreuses ramifications qui se prolongent sur l'anneau aquifère (pl. XVIII, fig. 3, 4, 5, *av*). Des coupes transversales nous apprennent que l'anneau appartenant au système lacunaire viscéral est formé de lacunes situées dans la paroi de l'anneau aquifère. Cette paroi est épaisse vers l'intérieur de l'anneau et le tissu conjonctif qui la forme est un prolongement annulaire du tissu de la glande; il faut remarquer toutefois que le tissu de l'anneau est surtout la continuation de la partie lacunaire périphérique de l'organe ovoïde. On trouve dans les lacunes de cet anneau les éléments figurés ordinaires, mais je n'ai jamais vu que les amibes à longs pseudopodes y soient aussi abondants que dans la glande. Le double anneau œsophagien du *Dorocidaris* me paraît constitué sur tout son pourtour comme une *vésicule de Poli* d'Echinidé; c'est pour

rappeler ce fait que je l'ai appelé *anneau de Poli* dans mes notes préliminaires¹. D'un autre côté, MM. Carl Vogt et Jung² font remarquer, avec juste raison, je crois, que les organes appelés *vésicules de Poli* chez les Oursins sont très différents de ceux qui portent le même nom chez les autres Echinodermes et, en ce qui nous concerne, nous renonçons très volontiers à cette dénomination (*de Poli*) que nous avons transportée d'un Echinus à un Cidaris.

VII. — Quelles sont les fonctions de l'organe que nous venons d'étudier? La glande ovoïde étudiée et nommée par M. Perrier chez les Echiniens a été considérée par lui comme un organe d'excrétion. Plus tard, M. Kœhler a montré que M. Perrier, trompé par la régularité des alvéoles du tissu conjonctif qui forme le substratum des parois, avait pris ces alvéoles pour autant de cellules glandulaires; il a néanmoins adopté les idées de son prédécesseur sur la fonction excrétrice de cet organe.

M. H. Carpenter³ est d'avis que la glande ovoïde doit contribuer à la production des corps bruns qui sont si connus de tous ceux qui s'occupent d'Echinodermes, et il entend par là les amibes bruns décrits par Geddes. Ces corpuscules ne sont point un produit d'excrétion, mais bien des éléments qui, à cet état pigmenté, ont à jouer un rôle actif (probablement respiratoire) dans l'économie de l'Oursin. Il y a donc dans la manière de voir de H. Carpenter une idée nouvelle qui consiste à considérer la glande ovoïde d'un Oursin non plus comme un organe d'excrétion, mais au contraire, comme donnant naissance à de jeunes éléments destinés à vivre dans les tissus de l'animal.

Les deux sortes de pigment que l'on rencontre le plus fréquemment chez les Oursins, sont essentiellement différentes l'une de l'autre. L'un de ces pigments fait partie d'une cellule vivante amœboïde, il est

¹ *Compt. rend. Acad. sc.*, 15 juin 1886.

² *Loc. cit.*

³ *On Echinoderm morphology (Quart. Journ. of Micr. sc.*, 1883).

brun d'acajou, soluble dans l'alcool et apparaît déjà chez la larve. L'autre est une matière inerte, un produit de rebut ne participant à la vie d'aucune cellule, il est coloré en brun jaunâtre et se présente sous la forme de granulations tantôt isolées, tantôt groupées en amas (Pl. XIX, fig. 15). Il n'apparaît que chez l'Oursin complètement développé, et c'est probablement la présence de ce dernier produit dans les parois de la glande ovoïde qui a conduit les auteurs à attribuer à cet organe une fonction excrétrice.

Examinons si la glande ovoïde d'un *Dorocidaris* joue un rôle particulier dans la production ou dans l'élimination de ce produit d'excrétion :

On rencontre les granulations pigmentaires en question, non seulement dans la glande, mais partout ailleurs dans le mésentère et il arrive fréquemment que l'organe ovoïde d'un *Dorocidaris* n'en contient presque pas alors qu'elles abondent dans la lame mésentérique interne. Il est très rare de voir la glande d'un individu de petite ou de moyenne taille colorée en brun par elles, ce n'est que chez les *Dorocidaris* les plus gros, par conséquent les plus vieux, qu'elle est fortement pigmentée, mais alors les tissus de l'animal sont envahis de toute part par les granules pigmentaires.

Ces granulations sont probablement le résultat de la mort des globules mûrifformes qui se désagrègent après avoir absorbé les produits excrétés par les tissus dans lesquels ils vivent ; or, nous avons constaté que ces globules vont partout aussi bien dans la glande ovoïde que dans les glandes génitales, les parois des tentacules et jusque dans les intervalles des cellules épithéliales du pharynx ; aussi rencontre-t-on partout les sphérules brunes qui proviennent de leur désagrégation ; ces sphérules s'accumulent peu à peu dans le mésentère et principalement dans ses lacunes, il est donc tout naturel d'en rencontrer dans les parois de la glande ovoïde et celle-ci ne peut être considérée comme spécialement chargée de les produire. D'autre part, puisque l'abondance de ce produit d'excrétion augmente au fur et à mesure de sa production, dans les tissus d'un individu

qui vieillit, c'est qu'il n'existe point d'appareil pour l'éliminer.

L'organe ovoïde a-t-il pour fonction de donner naissance aux amibes bruns? Je n'ai aucune observation assez précise, assez dégagée des causes d'erreur pour soutenir l'affirmative, et ne puis, par conséquent, me ranger à une opinion à l'appui de laquelle je n'ai à apporter aucune preuve même lointaine. Je dois ajouter, d'ailleurs, que les amibes bruns ne sont jamais plus nombreux dans les parois de la glande ovoïde qu'en un autre point du tissu mésentérique.

Au contraire, les amibes incolores à longs pseudopodes sont extrêmement nombreux dans la glande ovoïde et plus abondants que partout ailleurs; c'est leur présence qui *caractérise le tissu de l'organe*, et la seule manière d'expliquer leur accumulation dans ses parois, c'est d'admettre qu'ils y prennent réellement naissance.

Une fois formés, que deviennent ces corpuscules? Ils cheminent dans le tissu alvéolaire de la glande et un grand nombre, se faisant jour à travers les parois, passent dans la cavité générale. Les parois de la glande paraissent peu propres à la diapédèse, car leur couche externe est toujours plus dense et renforcée par de nombreux spicules, aussi existe-t-il une disposition spéciale qui favorise cette migration des globules, je veux parler des canalicules périphériques qui cheminent dans le tissu alvéolaire et débouchent à la surface (pl. XXI, fig. 2, 9). Ces canalicules constituent des points faibles très propres à la sortie des amibes qui trouvent là un chemin tout frayé pour tomber dans la cavité générale.

Si les éléments formés dans la glande ovoïde sont destinés à en sortir pour être utilisés ailleurs, il est évident que les parois de l'organe se videront peu à peu lorsqu'on supprimera la matière première qui alimente la prolifération de ces éléments, c'est-à-dire le liquide fourni par les absorbants intestinaux; c'est aussi ce que l'on observe.

Quand un *Dorocidaris* cesse de se nourrir, le tissu alvéolaire de son organe ovoïde se vide peu à peu, car l'amibe à longs pseudopodes émigre et n'est point remplacé. Ce fait ne peut être mis sur le compte d'une résorption sur place, puisque les amibes qui restent sont aussi

bien constitués que lorsque l'animal se nourrit, et il est permis de considérer cette observation comme une preuve indirecte de la fonction que nous attribuons à la glande ovoïde.

Comparons maintenant les parois de la glande à une portion quelconque du mésentère interne et voyons en quoi ces deux tissus diffèrent. Au point de vue histologique, la différence est peu importante ; les parois de la glande peuvent être considérées comme une simple hypertrophie du tissu conjonctif mésentérique. Que manque-t-il donc à ce tissu du mésentère pour qu'il se trouve dans les mêmes conditions que les parois de la glande ? une seule chose : le contact du milieu extérieur, ou du moins le contact d'un liquide dans lequel ce milieu puisse diffuser, et nous sommes ainsi conduits à admettre que l'eau extérieure apporte de son côté, un principe indispensable à la prolifération des amibes¹. Cette appréciation des conditions dans lesquelles se trouve placé l'organe ovoïde, nous amène à penser que le tissu mésentérique d'un Oursin devient plastidogénétique quand il reçoit, d'une part, la matière plastique fournie par les absorbants, et que, d'autre part, il peut réaliser des échanges osmotiques directs avec l'eau extérieure.

C'est seulement dans les cavités dépendant de la plaque madréporique que peut diffuser le milieu extérieur, c'est par conséquent dans les parois de ces cavités, irriguées par le système lacunaire viscéral, que se localisera le phénomène dont nous nous occupons. L'anneau périœsophagien se trouve dans ces conditions, aussi suis-je porté à croire que la prolifération des amibes peut s'accomplir dans cette partie du tissu conjonctif.

Je n'ai pu arriver à me faire une opinion du rôle du processus glandulaire et de la cavité sous-madréporique dans laquelle il se loge. J'ai souvent trouvé ce prolongement de la glande bourré de

¹ La fonction de la glande ovoïde étant ainsi comprise, il n'est point possible d'affirmer qu'il ne se produit pas dans cet organe un phénomène d'excrétion qui nous échappe, mais qui pourrait être la conséquence de la fonction plastidogène elle-même.

corpuscules figurés qui s'échappaient de ses parois et se répandaient en masse dans la cavité sous-madréporique, et j'ai toujours observé des contractions lentes, mais très apparentes, dans sa massue terminale. Lorsqu'on le détache en coupant les filets conjonctifs qui le relie à la face interne de la plaque, il se rétracte immédiatement et les corpuscules renfermés dans son tissu se répandent autour de lui.

Quant au tissu limitant l'espace sous-madréporique vers l'anus (pl. XIX, fig. 5), je l'ai trouvé, chez de nombreux individus, rempli de globules à long cil vibratile, qui, renfermés dans les alvéoles vésiculaires de cet étrange tissu, deviennent libres quand on met le fragment dans une chambre humide; on les voit alors grouiller dans le liquide de la chambre tandis que quelques-uns s'agitent encore emprisonnés dans les lobes du tissu (pl. XIX, fig. 14). Ayant souvent répété ces observations, je n'ai pu m'empêcher de le considérer comme un foyer de production des globules ciliés de la cavité générale. Quelque temps après j'ai trouvé, chez deux individus, le même tissu rempli non de globules ciliés mais de corpuscules mûrifomes (pl. XIX, fig. 13); ces corps étaient également abondants dans le processus glandulaire.

VIII. — *Le système lacunaire viscéral communique-t-il avec l'appareil aquifère?* — La communication entre l'appareil décrit par les auteurs chez les Échinidés sous le nom de système vasculaire sanguin et l'appareil aquifère est une des questions les plus anciennement controversées.

D'accord avec Agassiz et Hoffmann, M. Perrier¹ affirme la communication entre l'appareil circulatoire intestinal et l'appareil aquifère; il indique entre les deux une parfaite continuité : « ces deux parties de l'appareil circulatoire communiquent ensemble par l'intermédiaire d'un cercle vasculaire situé autour de l'œsophage immédiatement au-dessus de la lanterne ».

¹ *Loc. cit., Arch. Zool. exp.*, 1875.

Teuscher¹ n'a pas vu cette communication et, n'étant pas convaincu par les recherches de Hoffmann à ce sujet, auxquelles, dit-il, l'auteur semble n'accorder lui-même que peu de valeur, il attend de nouvelles observations sur des animaux frais. Non seulement Teuscher, n'a pas vu la communication des deux systèmes mais il a le premier décrit et figuré les deux anneaux périésophagiens, l'un appartenant au système aquifère, l'autre au système vasculaire sanguin.

M. Kœhler², en retrouvant par des injections les deux anneaux de Teuscher, a vu qu'ils envoyaient tous deux des ramifications dans les vésicules de Poli et il admet que la communication peut s'établir entre les deux anneaux à travers le tissu des vésicules. J'ai moi-même, au cours de mes recherches³, dit qu'il devait se produire des échanges entre les deux anneaux du *Dorocidaris*, sans en préciser la nature, car à ce moment je conservais encore quelques doutes.

Le travail de M. Perrier sur la *Comatule de la Méditerranée* ayant paru⁴, j'y trouvai l'assurance que le savant professeur du Muséum n'avait point modifié sa manière de voir depuis son mémoire de 1875. Il dit en effet (page 94) : « Pour lui (Kœhler) comme pour moi, l'appareil aquifère et l'appareil vasculaire ne font qu'un » (page 215); « chez les premiers (Oursins) il (canal du sable) communique avec le système des canaux intestinaux, tout à la fois sous la plaque madréporique et par les vésicules de Poli »; enfin (page 266) « quoi qu'il en soit, abstraction faite de quelques détails dont la valeur reste à déterminer, il est manifeste que l'appareil d'irrigation des Comatules, tel que nous venons de le décrire, avec toutes les connexions que nous avons mises en évidence, présente de nombreux points de ressemblance avec l'ensemble constitué par l'appareil ambulacraire et le

¹ *Loc. cit. Beiträge z. Anat. d'Echinodermen (Jen. Zeit. f. nat., 1876).*

² *Loc. cit.*

³ *Compt. rend. Acad. sc., 15 juin 1886.*

⁴ *Mémoire sur l'organisation et le développement de la Comatule de la Méditerranée, 1886.*

prétendu appareil vasculaire des Oursins, appareils qui d'après les résultats de mes recherches, confirmés et étendus par les belles études de M. Kœhler, sont en continuité l'un avec l'autre ».

D'autre part, dans une note à l'Académie des sciences de Paris du 17 janvier 1887, M. Perrier dit : « Les deux systèmes (ceux dont nous nous occupons) communiqueraient l'un avec l'autre par l'intermédiaire des vésicules de Poli chez les Échiniens, ou de l'anneau anastomotique qui, suivant les recherches mêmes de M. Prouho, remplace ces vésicules chez les Cidaridiens. J'ai montré, il y a douze ans déjà, à tout le personnel du Laboratoire de Roscoff, qu'une injection poussée dans le système des canaux ambulacraires passait régulièrement dans le système des canaux absorbants. »

La communication entre les deux systèmes existe-t-elle chez les Échiniens et chez l'*E. sphaera* en particulier? Je ne l'ai point recherchée sur cet Oursin, mais d'après les recherches de M. Kœhler sur le *Sphaerechinus*, il est bien probable qu'il existe chez l'*E. sphaera* lui-même deux anneaux périœsophagiens, que ces deux anneaux envoient des prolongements dans les vésicules de Poli, et que leurs cavités respectives sont séparées par le tissu propre de ces vésicules, ce qui revient à dire qu'elles ne communiquent pas. Les résultats des injections que rappelle M. Perrier ne sont peut-être pas suffisants pour conclure à l'identité des deux systèmes, puisque ces injections ne lui avaient pas permis de voir les deux anneaux que M. Kœhler a pu injecter plus tard.

Quant au Dorocidaris, la phrase de M. Perrier citée plus haut, ne traduisant pas exactement ma pensée, incomplètement exprimée dans la note à laquelle il fait allusion, je dus préciser la nature des échanges que je croyais seuls possibles entre les deux anneaux périœsophagiens, et j'écrivis¹ : « Un échange de courant entre les deux est impossible », ce qui ne pouvait laisser aucun doute sur ma manière de voir, car deux cavités qui ne peuvent échanger un cou-

¹ *Compt. rend. Acad. sc.*, 7 mars 1887.

rant de leurs contenus liquides respectifs, ne communiquent pas.

On arrive à cette conclusion par la méthode des injections ainsi que par l'examen histologique des parties intéressées.

J'ai fait dans les deux anneaux des injections doubles avec les matières les plus variées, sans obtenir de mélange des deux couleurs dans le collier périœsophagien, l'une des injections était poussée par la lacune marginale interne, l'autre par le canal du sable lui-même. Mais, à mon avis, ce qui est encore plus probant c'est une injection simple du système lacunaire avec une matière très pénétrante comme la térébenthine ; on peut avec cette matière injecter tout le système lacunaire (les lacunes radiales exceptées) sans qu'elle passe dans l'anneau aquifère ; s'il y avait une communication canalisée quelconque entre les deux systèmes, le système aquifère s'injecterait sûrement dans ces conditions.

La figure (4, pl. XIX) représente la coupe du collier dont l'anneau lacunaire seul avait été injecté au bleu soluble (dans la figure la couleur a été changée afin de conserver les teintes conventionnelles adoptées et de plus j'ai coloré l'anneau aquifère qui en réalité n'était pas injecté sur la préparation) ; l'examen microscopique d'une série de pareilles coupes ne m'a point montré une seule parcelle de bleu soluble dans l'anneau aquifère.

On peut cependant réussir à faire passer la matière d'une même injection dans les deux anneaux ; il suffit d'augmenter suffisamment la pression dans la seringue. Un tel résultat ne doit pas infirmer la conclusion énoncée plus haut ; il prouve simplement que les injections peuvent parfois être trompeuses et qu'il ne faut jamais négliger l'examen des causes d'erreur qui entourent une expérience.

Quand on cherche à injecter le système lacunaire, il arrive parfois que la masse colorée se répand dans l'intestin lui-même ; faudra-t-il en conclure que le réseau intestinal communique avec la lumière du tube digestif ? évidemment non, le fait prouve simplement qu'il s'est produit une rupture dans les capillaires injectés.

Enfin, si ces raisons ne suffisaient pas pour prouver que les deux

anneaux œsophagiens ne communiquent pas entre eux, on pourrait invoquer l'observation suivante facile à faire et à l'abri de toute cause d'erreur : jamais on ne rencontre dans le système aquifère le contenu coagulé caractéristique du système lacunaire.

Les coupes transversales corroborent les résultats obtenus par les injections, elles nous indiquent que l'anneau lacunaire est creusé dans la paroi de l'anneau aquifère et ne nous montrent aucune communication entre la lumière de ce dernier tapissée par un épithélium continu et les lacunes du premier.

La communication entre les deux systèmes ne peut s'établir par l'intermédiaire de la glande ovoïde. — Cette communication serait possible si le réseau lacunaire distribué à la glande débouchait dans sa cavité qui, nous l'avons vu, est une annexe du système aquifère ; mais, comme les lacunes des parois glandulaires ne communiquent point avec cette cavité recouverte d'un épithélium continu, le système lacunaire viscéral et le système aquifère ne peuvent, en ce point, échanger un courant de leurs contenus.

Nous arrivons donc à la conclusion suivante : non seulement les caractères propres à chacun d'eux font que l'appareil lacunaire viscéral et l'appareil aquifère sont deux systèmes de cavités distincts, mais encore ces deux systèmes sont entièrement séparés l'un de l'autre.

IX. — Une autre question, d'une importance au moins égale, est celle de la communication du système dit sanguin avec l'extérieur.

Cette communication est admise par M. Kœhler et d'après lui elle aurait lieu par l'intermédiaire de la glande ovoïde et de son canal excréteur. M. Perrier adopte volontiers cette manière de voir qui est conforme à ses idées générales sur les Échinodermes.

Il est exact que le canal excréteur de la glande ovoïde d'un *Dorocidaris* ou notre canal aquifère annexe communique avec l'extérieur, mais il n'est pas moins exact que ce canal n'est pas une dépendance du système lacunaire viscéral (sanguin) et que le contenu de ce sys-

tème qui arrive dans les parois de la glande ovoïde ne pouvant pas pénétrer normalement dans sa cavité, il ne saurait exister, à ce niveau, un échange de courant entre le système lacunaire viscéral et le milieu extérieur.

Le liquide contenu dans la cavité de la glande et celui des lacunes de ses parois ne communiquent pas plus l'un avec l'autre que le contenu de la lacune marginale interne, par exemple, ne communique avec la cavité générale. La cavité de la glande n'est point une lacune appartenant au système lacunaire viscéral, il était important d'insister sur ce point.

Ceci n'est pas particulier au *Dorocidaris* et doit être étendu aux Échinidés d'après les recherches de MM. Perrier et Kœhler eux-mêmes ; en effet, si la cavité de la glande (ou le canal excréteur) était une dépendance du système dit sanguin, M. Perrier aurait injecté le canal glandulaire de l'*Echinus sphaera* lorsqu'il cherchait à découvrir les vaisseaux qui aboutissaient au prétendu cœur ; au lieu de cela, l'auteur, prenant toutes les précautions nécessaires pour que la matière colorante ne reflue pas vers le haut a vu la cavité de la glande se gonfler sous la pression d'une injection, se détendre et la matière colorante se refuser absolument à en sortir¹.

D'autre part, si, comme le dit M. Kœhler, le *canal glandulaire* était la continuation du *canal excréteur* chez le *Sph. granularis*, il semble qu'il devrait suffire, pour l'injecter, de pousser l'injection dans le canal excréteur (ou cavité de la glande). Dès lors M. Kœhler² n'aurait pas été obligé de piquer sa canule le plus près possible de la surface de la glande ovoïde, pour arriver à injecter les lacunes qui aboutissent à cet organe.

H. Carpenter est d'avis que le système dit sanguin ne doit pas communiquer avec l'extérieur, mais il se déclare prêt à abandonner sa manière de voir lorsqu'on aura démontré « The communication of the so-called excretory canal of the ovoid gland in an Urchin with the

¹ *Loc. cit.*, *Arch. Zool.*, p. 612.

² *Loc. cit.*

space beneath the madreporite, into which the pore-canals and the water-tube both open¹ ». Nous avons démontré cette communication par des injections et par des coupes (pl. XX, fig. 1-8), mais nous avons vu qu'elle n'entraîne nullement celle du système sanguin avec l'extérieur; par conséquent, malgré l'exactitude du fait anatomique que H. Carpenter révoque en doute, ses idées au sujet de la prétendue communication sont conformes à la vérité. *Le système dit sanguin (syst. lacunaire viscéral) ne communique pas avec l'extérieur.*

Echanges possibles entre le système lacunaire viscéral et le système aquifère. — Les échanges qui peuvent avoir lieu entre les deux systèmes sont dus, d'une part à l'osmose, d'autre part à la diapédèse des éléments figurés amœboïdes. Ces échanges sont principalement localisés au contact des deux anneaux œsophagiens et dans la glande ovoïde.

Il est impossible d'assister au phénomène de la diapédèse dans ces deux régions, mais après avoir vu des éléments figurés amœboïdes sortir sans difficulté d'une lame mésentérique, il est logique d'admettre que ce phénomène s'y produit normalement, car les amibes auront beaucoup plus de facilité à traverser les tissus moins compacts limitant les deux systèmes dans les régions considérées que celui du mésentère lui-même.

J'ai représenté (pl. XV, fig. 2) un fragment d'une coupe transversale des deux anneaux œsophagiens afin de montrer que si par ce procédé on n'arrive pas à surprendre le passage des globules d'un anneau dans l'autre, du moins on peut observer des globules (*gm*) placés sous l'épithélium de l'anneau aquifère dans une situation telle qu'ils paraissent sur le point de le traverser.

¹ *On the vascular system of the Urchins (Quart. Journ. of micr. sc., suppl. 1885.)* L'espace auquel H. Carpenter fait allusion n'existe pas, il n'y a ni ampoule ni infundibulum intermédiaire entre le tube aquifère et le madreporite, mais cela ne change rien à la question.

Le phénomène normal de la diapédèse explique la présence, dans le liquide ambulacraire, de tous les amibes que l'on y rencontre.

Nous devons essayer maintenant de définir le rôle de chacun des trois systèmes que nous avons précédemment étudiés, à savoir : appareil lacunaire viscéral, appareil aquifère, cavité générale.

L'appareil lacunaire renferme un liquide que les absorbants intestinaux puisent à sa source, dans les parois de l'intestin, à la base des cellules épithéliales; ce liquide ne circule pas (j'entends par là qu'il ne revient pas à son point de départ); il est simplement guidé par les lacunes dans lesquelles il se meut en obéissant à l'impulsion que lui imprime une sorte de *vis à tergo* provenant de la réplétion des absorbants. Il est utilisé dans les tissus où il parvient au fur et à mesure de sa production, ne traverse aucun organe respiratoire et ne prend par conséquent aucune part à la répartition de l'oxygène dans l'organisme; il fournit l'élément plastique et rien de plus.

Le liquide périviscéral circule activement à la surface des organes grâce au mouvement des cils vibratiles; il reçoit d'une part l'élément plastique, sous forme de globules figurés que lui fournit spécialement la glande ovoïde, et d'autre part il emprunte l'oxygène aux vésicules ambulacraires. Il est permis de penser que ce fluide est plus particulièrement chargé de fournir ce gaz aux tissus qu'il baigne.

Le liquide contenu dans l'appareil aquifère est mis en mouvement par un épithélium vibratile, il circule dans des organes respiratoires (tentacules et vésicules ambulacraires). C'est lui qui, à l'aide des tentacules, emprunte l'oxygène au milieu extérieur pour le transmettre au fluide périviscéral par le moyen des vésicules. Ce système de canaux aquifères n'irrigue aucun organe, c'est un intermédiaire entre le milieu respirable et le milieu périviscéral auquel il cède l'oxygène qu'il a emprunté au premier. Incapable lui-même de répartir ce gaz dans les tissus, il l'abandonne à un liquide très bien

disposé pour cela, puisque aucun organe n'échappe à son contact. Il est l'agent d'une respiration *médiate*.

Le système des vaisseaux ambulacraires a donc deux fonctions distinctes, l'une locomotrice, l'autre respiratoire.

La première fonction peut disparaître complètement dans une partie de l'appareil ambulacraire chez les *Cidaris*, les *Arbacia*, les *Diadèmes* et probablement d'autres encore qui n'ont pu être observés à ce point de vue. Les *Echinus*, au contraire, les *Strongylocentrotus* et autres, ont des tentacules qui sont tous, à la fois locomoteurs et respiratoires.

Pour que la deuxième fonction s'accomplisse dans de bonnes conditions, il est nécessaire que les tentacules soient étendus ; on pourrait donc croire qu'elle est subordonnée à la fonction locomotrice ; il n'en est rien. Un oursin placé dans de bonnes conditions de milieu présente toujours ses tentacules épanouis, qu'il soit en mouvement ou non. Le *Strongylocentrotus* de nos côtes passe la plus grande partie de son existence immobile dans son trou et cependant ses tentacules sont constamment étendus. Le *Dorocidaris* étale ses tentacules aboraux dès qu'il se sent en sécurité et A. Agassiz nous apprend que ceux de l'*Arbacia*, également dépourvus de ventouse, atteignent une longueur considérable.

L'accomplissement régulier des phénomènes dont nous venons de parler : transport des matières absorbées par l'intestin, circulation du fluide périviscéral au contact des organes internes, respiration médiate accomplie par le liquide aquifère, ne nécessite en aucune façon l'entrée d'un courant d'eau par la plaque madréporique.

Le liquide du système lacunaire qui ne communique pas avec l'eau de mer se meut sans son intervention, le liquide ambulacraire réalise des échanges osmotiques sans avoir besoin d'appeler un courant de l'extérieur. La pénétration de l'eau par diffusion, au contact des tissus de la glande ovoïde et de son prolongement annulaire périœsophagien paraît être seule indispensable. Nous verrons plus loin que chez certains Echinides (*Spatangues*), la communication de

la plaque madréporique avec le système ambulacraire est supprimée et que la pénétration de l'eau de mer au contact de la partie glandulaire de l'appareil lacunaire viscéral persiste seule.

Les conclusions auxquelles nous sommes conduits sont donc en désaccord avec celles que M. Perrier a formulées de la façon suivante dans son beau travail sur le *développement de la Comatule*¹; « chez les Comatules (et nous pouvons ajouter chez tous les Echinodermes, dont l'organisation se rattache étroitement à celle des Crinoïdes) l'eau extérieure entre librement et d'une manière constante dans le système des canaux d'irrigation. Elle y est appelée incessamment par les mouvements des cils vibratiles dont les parois internes d'une partie au moins de ces canaux sont munies; une fois dans les canaux, elle continue à y circuler sous l'action des cils vibratiles et se charge de la répartition des matières nutritives et de l'oxygène. »

Revenons au liquide de la cavité générale; nous savons qu'il est divisé en deux parties, l'une extérieur à l'appareil masticateur, l'autre contenue à l'intérieur de cet appareil, dans une cavité close péripharyngienne. Cette dernière partie du liquide périviscéral n'est en contact avec aucune vésicule ambulacraire et la membrane qui la sépare de l'extérieur est très impropre aux échanges osmotiques à cause de son épaisseur et de sa consistance; il faut cependant qu'elle renouvelle son oxygène. Ne pouvant l'emprunter ni au milieu extérieur, ni au liquide ambulacraire, elle le puise dans le fluide périviscéral qui l'entoure et c'est pour cela que la membrane de l'appareil masticateur est munie des cinq appendices que nous avons appelés *Organes de Stewart*.

Ceux-ci sont admirablement disposés pour favoriser l'osmose; leurs parois sont très minces, leur surface est multipliée par de nombreux cœcums ramifiés dont la délicatesse est augmentée par l'absence de spicules calcaires, un revêtement vibratile actif renou-

¹ *Mémoire sur la Comatule, loc. cit.*

velle le liquide péripharyngien à l'intérieur et le liquide périviscéral à l'extérieur; en outre, par leur situation radiale, ils sont placés dans les courants intérieurs les plus oxygénés, c'est-à-dire ceux qui se produisent au contact immédiat des vésicules ambulacraires. En résumé, grâce aux échanges qu'ils provoquent, ces remarquables organes maintiennent entre le liquide péripharyngien et le fluide périviscéral un équilibre qui se traduit par l'égale répartition dans les deux, de tous les principes qui peuvent s'échanger par voie osmotique.

Chez les Oursins latistellés, la cavité péripharyngienne est, comme chez le *Dorocidaris* isolée du reste de la cavité générale, mais au lieu de présenter cinq appendices en forme de branchie, flottants dans le fluide périviscéral, elle possède dix véritables branchies qui s'épanouissent dans le milieu extérieur¹. Il en résulte que la cavité péripharyngienne au lieu d'emprunter l'oxygène à la cavité générale, le puise directement dans l'eau ambiante; de là une différence essentielle entre les organes de Stewart d'un *Cidaridien* et les branchies externes d'un *Échinien*², qui se trouve résumée dans le tableau suivant :

<i>Echinus.</i>	<i>Dorocidaris.</i>
Milieu extérieur.	Milieu extérieur.
Branchies.	0
Cavité péripharyngienne.	Cavité péripharyngienne.
0	Organes de Stewart.
Cavité générale.	Cavité générale.

¹ Les auteurs qui ont étudié l'organisation des Oursins ne paraissent pas avoir remarqué que les branchies externes ne communiquent pas avec la cavité générale et qu'elles sont uniquement des diverticulums de la cavité péripharyngienne. D'ailleurs, ils n'indiquent pas l'indépendance des deux cavités.

² Stewart suppose que l'eau extérieure peut entrer dans la cavité péripharyngienne du *Dorocidaris* : «... So that if the chamber (cav. périph.) communicate with the surrounding water, as it probably does near the tips of the teeth, water would then pass in and out of the space, and bathe the interior of the gills. » S'il en était ainsi, ces organes serviraient à la respiration du liquide périviscéral. Nous avons vu que cette pénétration de l'eau n'est point possible et que le rôle des organes de Stewart est tout autre.

FORME LARVAIRE DU DOROCIDARIS PAPILLATA.

Le *Dorocidaris papillata* a-t-il une forme larvaire libre ou bien se développe-t-il sans métamorphoses? Il était permis de poser cette question après les intéressantes observations de W. Thomson¹ sur le *Cidaris nutrix*. W. Thomson lui-même en a cherché la solution en examinant un grand nombre de *D. papillata* afin de voir si cet Oursin, comme le *C. nutrix*, abritait ses jeunes sur son test, et il dit n'avoir jamais rien trouvé de semblable au *Cidaris de Kerguelen*. De mon côté, j'examinais avec soin tous les *D. papillata* qui étaient apportés au Laboratoire sans être plus heureux attendant impatiemment l'époque de la maturité sexuelle de ces êtres, afin de pouvoir résoudre la question en opérant des fécondations artificielles, ce que j'ai pu faire au mois de février 1885 grâce à de nombreux individus pêchés à cette époque et qui ne tardèrent pas à rejeter abondamment des œufs et des spermatozoïdes.

Le *Dorocidaris* qui expulse le contenu de ses glandes génitales, reste immobile pendant tout le temps que dure l'opération; les papilles qui surmontent les orifices génitaux sont alors érigées et il s'en échappe un jet qui atteint parfois 1 centimètre de hauteur; les œufs retombent sur le test, mais sont aussitôt balayés par le mouvement vibratile de la surface et s'accumulent peu à peu autour de l'Oursin; quant aux spermatozoïdes, ils se dispersent dans l'eau ambiante dès qu'ils ont été expulsés.

Les œufs sont sphériques, d'un blanc jaunâtre peu transparent; vus en masse, ils sont franchement jaunes, leur dimension varie de 0^{mm},16 à 0^{mm},18. Les spermatozoïdes présentent les mêmes caractères que ceux des autres Oursins; ils ont une tête conique très effilée et une queue très développée.

Pour obtenir de bonnes fécondations, il est nécessaire d'avoir un assez grand nombre d'individus afin de pouvoir se procurer en même

¹ *Voyage of the Challenger*, vol. II.

temps des œufs et des spermatozoïdes frais, c'est-à-dire sortant des glandes génitales. Aussitôt qu'un individu commence à pondre, on l'isole dans un récipient qui doit être d'une propreté absolue et l'on recueille à l'aide d'une pipette une certaine quantité d'œufs que l'on sème dans un bol de cristal; les œufs tombent au fond et l'on prend les précautions nécessaires pour qu'ils s'y disposent en une seule couche. Cela fait, on isole de la même façon un mâle en train de rejeter ses spermatozoïdes et l'on prend une petite goutte de liqueur séminale que l'on disperse dans le bol contenant les œufs; la quantité de spermatozoïdes ajoutés ne doit pas troubler la limpidité de l'eau. En opérant de cette façon, la réussite est certaine.

La segmentation commence environ trois heures après que les spermatozoïdes ont été mis en contact avec les œufs (pl. XXIII, fig. 2); elle est totale, régulière, et se continue activement sans présenter rien de particulier. Au bout de vingt-quatre heures l'œuf s'est transformé en une blastosphère dont la cavité de segmentation est bien apparente (fig. 6).

Pendant les vingt-quatre heures suivantes la plupart des blastosphères acquièrent un revêtement cilié, et, s'échappant de leur enveloppe, deviennent libres. Elles nagent alors rapidement, viennent à la surface et ne tardent pas à se presser sur les bords du vase où l'on les recueille avec une pipette pour les transporter dans un deuxième bol. Quant aux œufs qui, après quarante-huit heures, ne se sont pas transformés en blastosphère ciliée, ils doivent être rejetés. A partir du moment où les petites larves sont écloses, elles réclament des soins attentifs. Deux fois par jour, je renouvelais leur eau en ayant soin, chaque fois, de nettoyer soigneusement les bols où je les élevais; cette précaution est indispensable pour éviter que les larves ne s'accrochent aux impuretés qui se déposent toujours plus ou moins sur les parois du récipient.

La blastosphère ciliée, aussitôt libre, commence à se transformer en gastrula. Elle s'aplatit légèrement en un point de sa surface et la formation de ce méplat détermine un axe de symétrie (dia-

mètre perpendiculaire au plan d'aplatissement) à l'extrémité duquel on distingue une houppe de cils plus longs que leurs voisins (fig. 7); en même temps les cellules du mésoderme (*m*) commencent à se former. Bientôt le pôle aplati s'invagine pendant que la larve s'allonge suivant son axe; les cellules mésodermiques bourgeonnent au sommet de l'invagination et deviennent libres entre l'ectoderme et l'endoderme; cinquante-trois heures après la fécondation, la gastrula est parfaite (fig. 8).

Le cinquième jour, la larve s'aplatit, parallèlement à sa grande dimension, et s'incurve légèrement, elle perd ainsi son axe de symétrie qui est remplacé par un plan perpendiculaire à la face aplatie, contenant le blastopore et la houppe de cils; en même temps, des taches de pigment brun d'acajou apparaissent dans l'épaisseur de l'ectoderme.

Le sixième jour, l'extrémité de l'intestin larvaire forme deux diverticulums (fig. 9, *v*) de part et d'autre du plan de symétrie.

Le pôle correspondant au blastopore devient peu à peu triangulaire, et le huitième jour on distingue, autour du blastopore, trois mamelons (fig. 11), dont l'un, médian, correspond à la partie inférieure du lobe anal, tandis que les deux autres, latéraux, sont la première indication des bras postérieurs; des cellules mésodermiques se sont groupées dans chacun de ces derniers lobes, et un spicule calcaire apparaît au milieu d'elles (fig. 10). En même temps, l'intestin larvaire s'est incurvé vers la face concave pour aller à la rencontre de l'ectoderme, enfin les deux diverticulums se sont séparés du sommet de l'invagination pour former chacun une vésicule vaso-péritonéale (fig. 10, 11, 12).

La larve présente alors une face ventrale, une face dorsale, un lobe oral et un lobe anal avec une paire de bras. L'extrémité du tube digestif opposée au blastopore ne s'ouvre pas encore à l'extérieur, on aperçoit toutefois une invagination (*b*) indiquant l'endroit où va se former la bouche (fig. 11).

Le dixième jour, les bras postérieurs (1) se sont allongés, la

bouche s'est ouverte et le tube digestif s'est divisé en trois lobes : un œsophage (*f*), un estomac (*d*) et un intestin (*g*) ; le blastopore est devenu l'anus larvaire (pl. XXIII, fig. 13).

Dès ce moment nous savons que le *Dorocidaris papillata* a une forme larvaire, et que cette larve est un *pluteus* ; mais le plutéus de dix jours est trop jeune pour nous donner une idée de ce que doit être la larve adulte de notre Oursin ; il faut suivre son développement.

Le quatorzième jour, les trois parties du tube digestif sont très accentuées, la bouche est grande ouverte, l'anus, au contraire, est réduit à un petit pore. Les bras se sont considérablement allongés, les cils vibratiles sont devenus plus rares à la surface de la larve, tandis qu'ils se sont, pour ainsi dire, concentrés le long d'une bande qui borde le lobe oral, le lobe anal et les deux bras (pl. XXIV, fig. 4). Quant aux spicules, les figures (1) et (2) indiquent leur disposition. Considérons l'un d'eux, on y distingue quatre branches principales partant du même point : l'une sert de soutien au bras, elle est rectiligne et formée de trois baguettes calcaires réunies entre elles par de petits croisillons (pl. XXV, fig. 7), les autres sont simples, et parmi celles-ci nous distinguons : 1° un spicule arqué et rameux qui soutient la *coupole* ; 2° un spicule situé dans l'épaisseur du lobe anal et qui se termine au-dessus de l'anus ; 3° un spicule qui pénètre dans le lobe oral (2) et porte vers sa base une branche arquée située dans la *coupole*.

Les vésicules vaso-péritonéales sont très apparentes, et l'une d'elles (vésicule gauche), s'est mise en communication avec l'extérieur par le *pore dorsal* (pl. XXIV, fig. 2, *vg*).

Le plutéus ne possède encore qu'une paire de bras (bras postérieurs) ; pendant les jours suivants, les spicules latéraux du lobe oral s'allongent et leurs extrémités pénètrent dans deux prolongements qui se sont développés de part et d'autre de la bouche, et au-dessus d'elle (pl. XXIV, fig. 3, 4, 5) ce sont les bras antérieurs qui apparaissent (2).

Les bras postérieurs ne cessent de s'accroître, un lobe (*l*) apparaît au-dessus de l'anús et la larve reste dans cet état pendant quinze jours environ en accentuant peu à peu sa forme.

Les cellules du mésoderme sont répandues çà et là dans le corps du plutéus. Les unes, les plus nombreuses, sont incolores, amœboïdes (pl. XXIV, fig. 11) et offrent tous les caractères des amibes à longs pseudopodes de l'adulte. D'autres, également incolores, mais globuleuses, sont groupées à l'extrémité des spicules (fig. 3); enfin des amibes brun d'acajou sont dispersés un peu partout. Le pigment qui colore ces amibes a pris naissance, dès le cinquième jour, dans l'ectoderme de la gastrula (pl. XXIII, fig. 9). Les cellules dans lesquelles il s'est développé sont peu à peu devenues amœboïdes et ont émigré dans le mésoderme. Il faut d'ailleurs remarquer que, même après leur émigration à l'intérieur, ces amibes restent de préférence appliqués contre l'ectoderme.

L'œsophage est muni de fibres contractiles circulaires qui produisent, à sa surface, une striation transversale irrégulière (pl. XXIV, fig. 3), il est revêtu intérieurement de cils vibratiles sans cesse en mouvement. L'estomac se distingue par sa couleur jaunâtre, il affecte la forme d'une cornue renversée, les particules alimentaires tourbillonnent à son intérieur sous l'action de son épithélium cilié. L'intestin est étroit et pourvu de rares cils vibratiles. Les vésicules vaso-péritonéales ont grandi, et chacune d'elles est divisée en deux lobes dont l'un est étroitement appliqué contre l'œsophage, tandis que l'autre se prolonge le long de l'estomac (pl. XXIV, fig. 3, *vd*, *vg*), et si ce n'était le pore dorsal, la vésicule gauche serait identique à la vésicule droite.

Les larves sont assez transparentes pour pouvoir être étudiées directement dans une chambre humide, néanmoins, j'ai cru utile de pratiquer des coupes minces dans quelques-unes.

La coupe (10, pl. XXIV), passant par le plan de symétrie, montre les trois régions du tube digestif; on voit que l'œsophage et l'estomac sont séparés par un étranglement qui, d'ordinaire, intercepte la commu-

nication entre les deux. Lorsque le pluteus veut introduire dans son estomac une particule alimentaire préalablement attirée dans l'œsophage, il contracte vivement les fibres circulaires de ce dernier, et il en résulte un mouvement de déglutition qui rend béant l'orifice inférieur de l'œsophage et refoule le corps étranger dans l'intérieur de l'estomac; les fibres circulaires cessent immédiatement de se contracter et l'orifice œsophago-stomacal se referme aussitôt. Entre l'estomac et l'intestin il existe aussi un étranglement, mais qui n'intercepte pas la communication. Les parois de l'œsophage possèdent des cellules plus longues et plus serrées que dans les autres parties du tube digestif (fig. 7). L'ectoderme est constitué par une seule assise de cellules égales entre elles, cependant, tout le long des bandes ciliées elles deviennent plus longues et plus pressées (fig. 8, 9). Les cellules du mésoderme se retrouvent, sur ces coupes, disséminées un peu partout. Enfin ces coupes nous apprennent que les vésicules vaso-péritonéales sont des formations parfaitement creuses (fig. 8, 9), et que le pore dorsal communique avec la vésicule gauche par un véritable canal (fig. 8, *pd*).

Le pluteus représenté (pl. XXIV, fig. 3) est âgé de trente jours; à ce moment apparaissent deux formations nouvelles: ce sont deux mamelons du lobe oral, latéraux et inférieurs (pl. XXIV, fig. 5), au milieu desquels on distingue un petit spicule triangulaire (3). Ces mamelons sont les rudiments de la troisième paire de bras (bras antéro-latéraux) qui, au bout du deuxième mois, ont atteint les proportions qu'indique la figure 1 de la planche XXV. Le spicule qui avait d'abord apparu, s'est développé en une baguette treillissée, identique à celles des bras postérieurs. En même temps, les bras antérieurs se sont allongés, enfin un spicule est apparu au sommet de la coupole (fig. 1, *g*).

L'apparition d'un spicule se fait toujours au milieu d'un petit amas de cellules mésodermiques globuleuses (pl. XXV, fig. 6, 4), et ces cellules accompagnent également l'extrémité d'un spicule en voie de formation pendant toute sa croissance, il est donc logique de les

considérer comme les éléments formateurs des baguettes calcaires.

Pendant que les bras antéro-latéraux s'allongent, un spicule trifurqué apparaît sur la face dorsale, tout près du pore [ce spicule a été omis sur la figure (1, pl. XXV), il est représenté isolément fig. (4)]; il se développe peu à peu, et ses deux branches latérales s'engagent dans deux petits mamelons (4) situés entre les bras antérieurs (fig. 2); ces deux mamelons et les spicules correspondants représentent les bras antéro-internes.

D'autres changements se produisent en même temps dans la larve par suite de la formation de lobes tout le long de la bande ciliée. Le lobe postérieur (l), déjà formé dans le pluteus de trente jours, se découpe comme l'indique la figure (3) de la planche (XXV), deux lobes (l'') se développent de part et d'autre de la coupole, entre les deux paires de bras à spicules treillisés, enfin deux lobes (l''') (fig. 2) se découpent dans la bande ciliée dorsale, et trois mois après la fécondation, les pluteus ont acquis la forme représentée (pl. XXV, fig. 2).

Le pluteus de *Dorocidaris* est dépourvu d'épaulettes ciliées, aussi ses mouvements sont-ils lents; il flotte difficilement, malgré les mouvements vibratiles de la bande ciliée qui paraît surtout destinée à entretenir des courants alimentaires.

Mes observations se sont encore prolongées pendant un mois, durant lequel, espérant toujours assister à la formation du jeune *Cidaris*, je redoublai de soins et d'attention. Malheureusement mes espérances ont été déçues, et le dernier pluteus résultant d'une fécondation opérée le 14 février, est mort au mois de juin sans que rien indiquât encore la formation du jeune.

Le pluteus de trois mois est-il la forme larvaire adulte, définitive du *D. papillata*? il y a lieu de le penser, car après avoir assisté à ses transformations successives depuis la fécondation, transformations lentes, mais continues, nous avons vu la larve conserver cette forme pendant trente jours encore sans modifier ses caractères. Si le jeune n'a pas commencé à se développer pendant ce laps de temps, c'est

qu'il ne m'a point été possible de placer les pluteus adultes dans les conditions de milieu et d'alimentation qu'ils auraient trouvées à l'état de liberté.

Parmi les nombreuses larves que J. Müller a figurées, il en est une que l'auteur a recueillie une seule fois, à Messine, et qu'il décrit dans un chapitre intitulé : *Über eine larve mit Gitterstäben, auricular fortsätzen und Wimpeln des Schirms*¹. J. Müller ne sait à quel Oursin rapporter ce pluteus, cependant il est disposé à le considérer comme une larve d'Échinocidaris (Arbacia).

Les longueurs relatives des quatre paires de bras, le grand développement des lobes de la bande ciliée, les spicules treillisés sont autant de caractères qui me portent à croire que la larve de Messine, de Müller, n'est rien autre chose qu'un pluteus de *Dorocidaris papillata*. Il est cependant un caractère qui, s'il existe réellement, ne permet pas de faire cette identification; les spicules treillisés de la larve de Messine portent de petites épines, tandis que ceux du pluteus de *Dorocidaris* sont absolument lisses. Ces épines existent sur les spicules treillisés de toutes les autres larves figurées par Müller, et il est possible que l'auteur les ait dessinés par inadvertance sur ceux de la larve de Messine.

Les détails que je viens de donner sur le développement du pluteus du *Dorocidaris papillata* permettront, je l'espère, de le reconnaître avec certitude à ses différents âges, partout où on le rencontrera.

Au milieu des nombreux pluteus de *Dorocidaris* que j'ai élevés pour mener à bien ces recherches, j'ai eu un petit nombre de larves monstrueuses; deux d'entre elles méritent d'être signalées. L'une (pl. XXV, fig. 8) présentait, entre les deux bras postérieurs, une paire de bras supplémentaires (*x*) développés aux dépens du lobe (*l*). L'autre (fig. 9) présente un intérêt tout particulier, car elle possède le bras impair (*sp*) caractéristique des pluteus de *Spatangides*. Ces deux

¹ *Über die Gattungen die Seeigellarven*, 1855.

larves étaient âgées de trente jours, et leur organisation interne ne présentant rien d'anormal, elles n'ont cependant pas continué à se développer et n'ont pas tardé à mourir.

STRONGYLOCENTROTUS LIVIDUS

DÉVELOPPEMENT DE L'APPAREIL GÉNITAL.

Dans une note à l'Académie des sciences (17 janvier 1887), M. Perrier rappelle qu'il écrivait dans le numéro 194 (1885), du *Zoologischer Anzeiger* : « On a souvent comparé l'organe dorsal des Crinoïdes à la glande ovoïde ou prétendu cœur des Oursins et des Étoiles de mer ; il y a lieu de rechercher maintenant si ce corps problématique n'a pas quelque rôle à jouer dans la formation des glandes génitales des Échinodermes », et il ajoute : « J'annonçais que je comptais entreprendre des recherches dans ce sens. Personne jusque-là n'avait émis une pareille opinion sur le rôle du prétendu cœur des Échinodermes ; l'idée première de ces recherches et la méthode à suivre pour les mener à bien, comme je l'avais fait pour les Comatules, m'appartiennent donc. »

Rien n'est plus juste que cette revendication et, pour ma part, je tiens à déclarer que les recherches de M. Perrier sur la Comatule m'ont engagé à étudier le développement de l'appareil génital d'un Oursin. Ayant pu recueillir, à la grève de Banyuls, de très jeunes *Strongylocentrotus lividus*, j'ai essayé de résoudre une partie de la question qui venait d'être soulevée.

En cela, je ne crois pas avoir outrepassé mes droits et je suis certain que M. Perrier n'a pas eu, un seul instant, la pensée que j'avais l'intention de m'approprier l'idée première de ces recherches.

Les plus jeunes *Strg. lividus*, que j'ai pu étudier, avaient de 1 millimètre à 1^{mm},5 ; à cet âge, leur rosette apicale est constituée comme l'a décrite Loven¹. Les cinq plaques génitales et les cinq ocellaires

¹ Loc. cit.

entourent le disque central ; Panus et les pores génitaux ne sont pas encore formés. Si on met en coupe un Oursin de cette dimension, on constate que la plaque madréporique est percée de deux ou trois pores, qui conduisent dans un tube aquifère bien développé, et tout le long de ce tube on aperçoit un corps allongé dans lequel on distingue une substance granuleuse renfermant de nombreux noyaux. Cette formation est la glande ovoïde naissante ; elle se prolonge jusque sous le madréporite et est enveloppée par une membrane délicate, qui la rattache à l'œsophage. Il n'y a pas traces de glandes génitales.

Examinons maintenant des coupes parallèles à l'axe d'un jeune *Strg. lividus* de 3 millimètres : nous constatons que les plaques génitales sont imperforées et qu'il n'existe dans leur voisinage aucune formation particulière. Comme précédemment, nous retrouvons le canal du sable et la glande ovoïde rudimentaire se terminant dans un espace (*e*) qui est l'espace sous-madréporique (pl. XXII, fig. 4). Mais, de part et d'autre, nous distinguons une formation (*g*) qui n'existait pas dans l'Oursin plus jeune. L'une de ces formations (*g*) est immédiatement appliquée sur le test, l'autre est accolée à la mince membrane qui enveloppe la glande ovoïde et le canal du sable. Etudions la série des coupes dans les deux sens, à partir de la coupe (4).

Dans un sens, les formations (*g*) disparaissent (fig. 3, 2) ; dans l'autre, au contraire, elles augmentent d'importance (fig. 5, 6, 7, 8), pendant que le tube aquifère et la glande disparaissent à leur tour. Dans la coupe (8), les deux formations (*g*) se touchent presque ; dans la coupe suivante, elles se confondent et plus loin on ne les retrouve plus. On arrive ainsi, en tenant compte de l'orientation des coupes, à trouver que le corps (*g*) a la forme et la situation représentées sur le schéma (fig. 9).

Enveloppée par une mince membrane, qui prolonge la lame mésentérique reliant la glande ovoïde à l'œsophage, cette formation est caractérisée par les cellules nucléiformes qu'elle contient (fig. 7).

Ces gros noyaux ont un contour très accusé, ils sont généralement ovoïdes, possèdent un point nucléolaire central très apparent ; leur dimension est de 6 à 8 millièmes de millimètre.

Pour déterminer la nature de la formation qui nous intéresse, il est nécessaire d'étudier des individus plus âgés. Chez un *Strg. lividus* d'environ 6 millimètres, on remarque cinq petits boyaux en cul-de-sac (un dans chaque interradius) appliqués contre la face interne du test, au-dessous de chaque plaque génitale ; ils sont réunis par une membrane qui entoure le périprocte et se continue avec le mésentère qui supporte la glande ovoïde : ce sont les cinq glandes génitales naissantes ; or, ces cinq boyaux interradiaux contiennent des cellules nucléiformes identiques à celles que nous avons trouvées dans la formation (g) du *Strg. lividus* de 3 millimètres. Celle-ci n'est donc rien autre chose qu'un bourgeon génital.

Ayant déterminé la véritable nature de ce bourgeon, il faut examiner quels sont ses rapports avec la glande ovoïde. S'il était formé par elle, il y aurait continuité de substance entre les deux et, de plus, on rencontrerait les cellules nucléiformes au moins dans la partie de la glande donnant naissance à ce bourgeon ; or, le bourgeon est tout entier à l'extérieur de la glande ; il se termine en pointe sur le prolongement de son enveloppe, qui recouvre l'espace sous-madréporique, et il ne m'a pas été possible de constater, dans la glande, la présence d'une seule des cellules nucléiformes qui caractérisent le bourgeon génital.

Dans la note citée plus haut, M. Perrier écrit :

« Comme ce bourgeon et la glande ovoïde qu'il touche presque sont l'un et l'autre le produit de la membrane sur laquelle ils reposent, on peut dire que les résultats obtenus par M. Prouho, si tant est qu'ils soient définitifs, ne diffèrent pas autant qu'il semble le penser de ceux que je viens de rappeler et dont la concordance doit l'inviter à de nouvelles recherches. »

Je ne peux que répéter ce que j'ai dit dans ma note du 3 janvier 1887 : « Si le bourgeon génital du *Strg. lividus* émanait de la

glande elle-même, le développement de l'appareil génital des Oursins s'accomplirait par un procédé analogue à celui que M. Perrier décrit chez les Comatules. On pourrait dire que la glande ovoïde naissante du jeune Échinide est ou contient un stolon génital, tout comme l'organe dorsal des jeunes Comatules. Mes observations ne me permettent pas de conclure dans ce sens.» La conclusion à laquelle ces observations nous conduisent est la suivante : le bourgeon génital primitif d'un *Strongylocentrotus lividus* dépend de la lame mésentérique reliant l'œsophage à la glande ovoïde, et il naît indépendamment de cette dernière.

Le bourgeon génital primitif que nous avons observé chez un jeune de 3 millimètres se développe peu à peu à mesure que l'animal grandit. Il s'avance d'abord sous la plaque madréporique, puis, se prolongeant de part et d'autre au-dessous des plaques génitales, il arrive à faire le tour du périprocte et, en même temps, il pousse, devant chaque interradius, un prolongement en cul-de-sac. Pendant que le bourgeon se développe de la sorte, il reste rattaché à son point d'origine, mais les éléments nucléiformes se portent dans les points les plus éloignés du foyer primitif, c'est-à-dire dans les cinq cæcums interradiaux.

Il en résulte que bientôt on ne les rencontre plus ni dans le voisinage de la glande ovoïde, ni dans la membrane que le bourgeon a formée derrière lui à mesure qu'il entourait l'anus. Cette membrane n'est rattachée au test que par ses deux bords latéraux ; il y a, par conséquent, entre elle et le test, un espace annulaire périanal (pl. XXII, fig. 1, *h*) ; cet espace, chez la plupart des Oursins adultes, se met en communication avec la cavité générale par suite des perforations qui se produisent dans la membrane qui le limite (voir le pentagone génital du *Dorocidaris*).

Le jeune Oursin possède donc, à ce moment, cinq bourgeons génitaux réunis entre eux par une membrane pentagonale, qui est la continuation du mésentère, et, si on n'avait point observé le bourgeon primitif unique né sous le madréporite, on serait tenté de

croire que les cinq bourgeons ont pris naissance indépendamment l'un de l'autre, sous chaque plaque génitale.

Chacun de ces bourgeons s'allonge peu à peu par son extrémité adorale, tandis que son extrémité apicale pénètre dans la plaque génitale correspondante (fig. 1), qui ne tarde pas à être complètement perforée ; ainsi se constituent les cinq pores génitaux. Pendant que cette perforation s'accomplit, les bourgeons, qui jusque-là étaient de simples cordons, commencent à pousser des ramifications latérales ; il est alors facile de voir directement les cinq glandes génitales naissantes d'un *Strg. lividus* de 7 à 8 millimètres à l'aide d'une forte loupe. Je ne me suis pas préoccupé de suivre leur développement ultérieur et n'ai pas étudié l'évolution des cellules nucléiformes.

En dernier lieu, je signalerai la présence, chez un *Strg. lividus* de 6 millimètres, de l'anneau nerveux génital (fig. 1, *ng*) à la place où nous l'avons rencontré chez l'*Echinus acutus* adulte.

SPATANGUS PURPUREUS

RECHERCHES SUR LE SYSTÈME AQUIFÈRE ET LES DÉPENDANCES LACUNAIRES DU SYSTÈME DES ABSORBANTS INTESTINAUX.

Il existe, à la face interne du pôle apical du *Spt. purpureus*, deux lames calcaires qui se réunissent entre les quatre pores génitaux (pl. XXVI, fig. 16) et sont, sur le vivant, recouvertes par la membrane qui relie entre elles les quatre glandes génitales (pl. XXVI, fig. 2, 1). Ces deux plaques comprennent entre elles un espace occupé en partie par un tissu mou, spongieux, auquel aboutit un cordon qui se détache de la glande ovoïde (pl. XXVI, fig. 1, *p*). Selon Hoffmann¹, le commencement du canal du sable est situé entre ces deux plaques ; il est probable que l'auteur a pris pour le canal du sable le cordon dont nous venons de parler.

M. Kæhler désigne ce prolongement de la glande ovoïde sous le

¹ *Loc. cit.*

nom de *canal madréporique* et, qu'il le considère soit comme le canal excréteur de cette dernière, soit comme l'extrémité du canal du sable, il admet qu'il communique avec l'extérieur par l'intermédiaire du tissu spongieux, ce qui, d'après mes recherches, n'est point exact. Chez le *Spt. purpureus*, pas un seul pore aquifère ne s'ouvre entre les deux plaques sous-apicales, où se trouvent situés le tissu spongieux et le canal madréporique (de Kœhler). Ce dernier est l'homologue du processus glandulaire du Dorocidarid, ce n'est, par conséquent, ni le canal du sable ni le conduit excréteur de la glande ovoïde ; l'espace compris entre les deux plaques correspond à l'espace sous-madréporique, et le tissu spongieux représente très probablement le tissu qui, chez le Dorocidarid, borde le creux du madréporite.

Mais, puisque les pores aquifères ne débouchent pas entre les deux plaques apicales et que le canal madréporique ou plutôt processus glandulaire est une formation absolument différente du tube aquifère des Réguliers, où donc est le canal qui représente ce dernier chez le *Spatangus* ?

Teuscher est, à ma connaissance, le seul auteur qui ait pressenti le véritable tube aquifère ; il le désigne clairement en ces termes : « Der Steincanal welcher an seinem Cyliuderepithel leicht kenntlich ist, liegt dem Herzen äusserlich an, aber näher, als bei den Echiniden ¹ ». Malheureusement, l'auteur n'a point donné de figure explicative et, d'autre part, M. Kœhler ², faisant allusion à ce canal, dit : « Jamais, sur les coupes de la glande, on ne trouve de traces d'un canal qui lui serait accolé, comme le dit Teuscher. » Il en est résulté une incertitude et une confusion que H. Carpenter n'a pas tardé à dévoiler dans une de ses argumentations ³.

La découverte du véritable tube aquifère d'un *Spatangus* est

¹ Beiträge zur Anatomie der Echinodermen (*Spatangus meridionalis*), Jenaische Zeits. f. Nat. wiss., 1876.

² Loc. cit.

³ Notes on Echinoderm morphology (Quart. Journ. of micr. sc., octobre 1883).

cependant facile à faire ; il s'agit simplement de suivre les pores aquifères du madréporite, ce qui peut être fait soit à l'aide des injections, soit à l'aide des coupes. Quand on injecte le madréporite en appliquant la canule sur sa face externe, on voit que la masse colorée pénètre dans un canal (pl. XXVII, fig. 1) situé à l'extrémité de la plaque sous-apicale droite, et, si l'on brise avec précaution cette plaque, on s'aperçoit qu'elle est creusée de canaux longitudinaux remplis par l'injection ; ces canaux sont la continuation directe des pores aquifères. Les coupes transversales confirment le fait avec la plus grande évidence et nous montrent que les canaux de la plaque sous-apicale sont tapissés par un épithélium vibratile, analogue à celui qui caractérise le canal du sable des Oursins. Une coupe, menée dans la région où la plaque en question ou apophyse madréporique se détache du test proprement dit, montre les canalicules aquifères se portant tous vers la droite ; sur une coupe (pl. XXVI, fig. 7) passant en (β , fig. 16), on voit que ces canalicules ont pénétré dans l'apophyse (*am*). On aperçoit aussi la plaque gauche (*pl*) et, entre les deux, l'espace sous-madréporique (*e*) renfermant le processus (*p*) et le tissu spongieux (*sp*). Continuons les coupes en nous éloignant progressivement du madréporite : nous voyons la cavité dont est creusée l'apophyse madréporique se régulariser peu à peu pour former un canal régulier qui apparaît dès que les coupes ont dépassé l'extrémité de l'apophyse (pl. XXVI, fig. 9, *c*) ; ce canal est le tube aquifère muni de son épithélium colonnaire caractéristique, et c'est lui que M. Kœhler a cru voir se perdre dans le tissu conjonctif de la membrane génitale.

Le tube aquifère du *Spatangue* est donc un canal à épithélium colonnaire, qui débouche à l'extrémité postérieure de l'apophyse madréporique. Jusqu'ici, à la forme et aux dimensions près, l'analogie avec le *Dorocidaris* est complète ; il reste à trouver le canal aquifère annexe. Ce canal se forme aux dépens de la cavité de la glande ovoïde ; il est facile de le suivre par une série de coupes transversales. Sur la coupe (9), il est encore (*c'*) en rapport avec un reste du tissu de

la glande et accolé au canal du sable (*e*) (comparez cette coupe avec celle de la planche XX, fig. 5) ; nous le retrouvons (fig. 14) toujours séparé de ce dernier ; enfin (fig. 8, 15), la cloison qui séparait le canal annexe du tube aquifère a disparu et les deux canaux débouchent à l'extrémité de l'apophyse madréporique (schéma fig. 3, *c*, *c'*).

Avant de pousser plus loin l'étude du système aquifère, il est indispensable d'examiner de près les branches lacunaires qui dépendent du système des absorbants.

Quand on pousse une injection par le vaisseau marginal interne, la matière passe dans la soi-disant *branche de communication* (Hoffmann), de là dans un anneau péri Buccal (*av*) pour aller, d'une part,

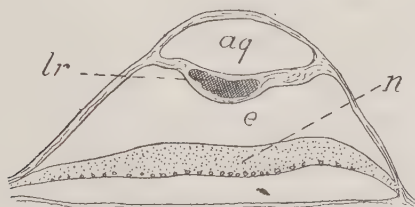


Fig. 6. — Coupe transversale d'un radius de *Spt. purpureus* injecté par le vaisseau marginal interne : *aq*, vaisseau ambulacraire ; *lr*, lacune radiale, *e*, espace périnervien ; *n*, nerf ambulacraire.

dans les cinq radii et, d'autre part, dans un canal (*cg*) (pl. XXVI, fig. 3, 5) qui suit le trajet assigné par les auteurs au canal du sable.

L'examen de coupes pratiquées dans les pièces injectées nous apprend que la masse colorée a pénétré dans un anneau lacunaire accolé à l'anneau ambulacraire, indépendant de l'espace périnervien, et que cet anneau fournit cinq lacunes (fig. ci-contre, *lr*) longeant les radii au-dessous d'un canal qui, nous le verrons plus loin, est le vaisseau ambulacraire. La lacune ainsi injectée représente chez le Spatangue la lacune radiale des Oursins réguliers ; elle se laisse injecter ici sans difficulté, probablement parce que la résistance, créée par les lacunes pharyngiennes des Réguliers, n'existe pas ; cette lacune est, comme chez les Réguliers, située dans la

membrane qui sépare le vaisseau ambulacraire de l'espace péri-nervien.

Faisons maintenant une coupe transversale dans la branche qui se détache pour suivre le canal du sable (des auteurs). Cette coupe est représentée dans le mémoire de M. Kœhler (pl. V, fig. 34) ; elle montre la lumière de deux canaux (C, C') et c'est le canal marqué (C) que notre injection a suivi (pl. XXVI, fig. 5, 3, *cg*). Jamais je n'ai vu la masse colorée pénétrer dans le canal C' de Kœhler, désigné par *va'* sur nos dessins. Nous suivons le canal *cg* jusqu'à la glande ovoïde ; arrivé à ce point, il fournit à celle-ci un réseau lacunaire (*l*), puis l'injection reparait à l'autre extrémité de la glande et forme un réseau (*lg*) dans la membrane de l'appareil génital (pl. XXVI, fig. 1, 2). Le canal (*cg*) est représenté, chez les Oursins latistellés, par la lacune que M. Kœhler a nommée *canal glandulaire* chez le *Sph. granularis* et qui, chez le *Dorocidaris*, n'est point différenciée à cause du contact de la glande ovoïde avec la lanterne.

Il existe donc, chez le Spatangue, un anneau péribuccal appartenant au système lacunaire viscéral, qui fournit cinq lacunes radiales, plus une lacune (canal glandulaire) irriguant les parois de la glande ovoïde et les glandes génitales (fig. 3).

Revenons au système aquifère : une injection, poussée par le madréporite, pénètre, avons-nous dit, dans le tube aquifère (*c*), mais elle ne s'arrête pas là. Elle remplit un canal à petites ramifications latérales (fig. 3, 1), qui passe sur la glande ovoïde et se continue le long du canal glandulaire jusqu'à une petite distance de l'œsophage. Ce prolongement ramifié du tube aquifère ne possède plus l'épithélium colonnaire ; celui-ci disparaît peu à peu dans la région même où paraissent les premières ramifications du tube sur la glande ovoïde. Après avoir dépassé cette dernière, le canal ramifié s'accrole intimement au canal glandulaire, mais ne se confond pas avec lui ; les injections sont indispensables pour s'assurer de ce fait et leurs résultats sont constants. Une injection poussée par le vaisseau marginal interne remplit le canal glandulaire et ne passe jamais dans le

canal aquifère ramifié (fig. 13). Inversement, une injection poussée dans le tube aquifère ne pénètre jamais dans le canal glandulaire.

Chez les Oursins réguliers, quand on injecte le tube aquifère, la masse pénètre dans les vaisseaux ambulacraires ; ici, la chose n'a jamais lieu ; la matière colorée s'arrête à l'extrémité du canal ramifié, c'est-à-dire à une petite distance de l'œsophage, et cela tient à ce que ce canal se termine là en cul-de-sac. Si on fait une coupe à 1 millimètre ou 2 de son extrémité, on ne trouve plus que la lumière du canal glandulaire devenue simple.

Cependant, dans la coupe d'un radius donnée plus haut, il existe un vaisseau (*aq*) situé comme le vaisseau aquifère d'un radius d'Oursin régulier ; il semble que chez le Spatangue, ce vaisseau devrait être également en relation avec le tube aquifère ; injectons-le directement. Nous voyons l'injection pénétrer dans les vésicules ambulacraires et remplir un anneau qui suit l'anneau lacunaire ; de là, elle s'introduit dans un canal onduleux, qui accompagne la région œsophagienne du canal glandulaire (fig. 5, 3) (c'est le canal marqué (C') dans la figure 34 du mémoire de M. Kœhler). Ce canal onduleux se termine en cul-de-sac à quelque distance de l'extrémité du canal aquifère ramifié ; il n'y a pas continuité entre les deux.

Il résulte de cette étude que, chez le Spatangue, l'appareil appelé aquifère chez l'Oursin régulier s'est scindé en deux parties : 1° une partie apicale réellement aquifère, comprenant le madréporite, le tube aquifère proprement dit, le canal annexe et le canal aquifère ramifié ; 2° une partie adorale ambulacraire, composée du canal onduleux, de l'anneau péri-buccal et des cinq vaisseaux ambulacraires.

H. Carpenter¹ émet des doutes sur les connexions de la *branche de communication* que Hoffmann et les auteurs venus après lui considèrent comme établissant une communication entre le système des vaisseaux intestinaux et les vaisseaux ambulacraires ; il demande de

¹ *Loc. cit.*

nouvelles recherches pour établir « the connection of the intestinal vessel of *Spatangus* with both the oral rings ». Les doutes de H. Carpenter sont justifiés ; la soi-disant branche de communication de Hoffmann n'est en rapport qu'avec l'anneau lacunaire péribuccal (pl. XXVI, fig. 4, *av*) et nullement avec l'anneau ambulacraire (*aa'*). Il est incontestable que, si cette branche de communication (*vv'*) se bifurquait à son extrémité pour déboucher dans les deux anneaux, on injecterait ceux-ci simultanément quand on pousse une injection par le vaisseau marginal interne ; or, c'est toujours l'anneau lacunaire qui est injecté avec les lacunes radiales, et jamais l'anneau et les vaisseaux ambulacraires ; mais, pour s'assurer de ce fait, il ne suffit point d'un examen sous la loupe, il faut, de plus, faire des coupes transversales des radii et des anneaux péribuccaux ainsi injectés, sans quoi l'on s'expose à confondre l'anneau et les vaisseaux ambulacraires avec l'anneau lacunaire et les lacunes radiales. Hoffmann ignorait la présence des lacunes radiales et, lorsque, poussant une injection dans les vaisseaux de l'intestin, il voyait la matière pénétrer dans les aires radiales, il croyait avoir injecté les vaisseaux ambulacraires (Wassergefässcanale).

Je ne me suis pas d'abord rendu compte de la séparation des deux parties de l'appareil aquifère ; aussi ne l'ai-je point signalée dans ma note préliminaire du 21 juin 1886 (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*).

N'ayant jamais pu réussir à injecter les vaisseaux ambulacraires et le canal onduleux, en poussant l'injection par le tube aquifère, mais persuadé que, chez le *Spatangue* comme chez l'*Oursin* régulier, le système ambulacraire devait communiquer avec le madréporite, j'attribuais les résultats négatifs que j'obtenais à l'insuffisance de pénétration des injections et je ne doutais pas que le canal aquifère ramifié ne s'abouchât avec le canal onduleux ; en cela, nous venons de le voir, je commettais une erreur, qui se trouve corrigée dans les lignes qui précèdent, et dans laquelle je ne serais point tombé, si je n'avais

pas suspecté la valeur des injections qui m'avertissaient d'un fait anatomique intéressant et absolument imprévu.

Nous avons vu que, chez le *Dorocidaris*, la glande ovoïde possède un prolongement annulaire (anneau lacunaire périœsophagien), qui, grâce au prolongement annulaire du tube aquifère (anneau aquifère périœsophagien), est en contact avec le milieu extérieur qui diffuse dans ce dernier anneau. Chez le *Spatangue*, le tissu de la glande se continue le long du canal glandulaire et il se trouve également en contact avec le milieu extérieur, grâce au prolongement ramifié du tube aquifère. Il y a donc une analogie de structure évidente entre le double anneau du *Dorocidaris* et la partie du soi-disant canal du sable des auteurs, qui s'étend depuis la glande ovoïde jusqu'à l'extrémité du canal aquifère ramifié.

En résumé, chez le *Spatangue*, le milieu extérieur peut diffuser seulement au contact du tissu de la glande ovoïde et de son prolongement. Quant au système ambulacraire qui, chez l'*Echinus*, communique avec l'extérieur, il est devenu une cavité close, mais il reste toujours propre à entretenir la respiration du fluide périviscéral, grâce aux tentacules et vésicules des pétales. Ce système demeure également propre à aider la locomotion, puisque, nous l'avons vu dans un chapitre précédent, la communication avec l'extérieur par l'intermédiaire du madréporite n'est pas une condition indispensable au fonctionnement des tentacules. Si cependant cette condition est favorable, il serait très intéressant de pouvoir étudier une espèce de *Spatangue* présentant des tentacules ambulacraires mieux développés et plus actifs, pour voir si la rupture du système aquifère en deux parties existe. Mais il serait d'un plus grand intérêt encore d'étudier, à ce point de vue, de très jeunes individus ; il me paraît probable que la séparation des deux parties du système aquifère ne doit avoir lieu que quelque temps après la formation du jeune *Spatangue*.

RÉSUMÉ.

Dorocidaris papillata. — Après avoir donné un aperçu de la faune échinologique des côtes du Roussillon, nous avons étudié les mœurs du *Dorocidaris papillata* et déterminé le rôle de ses piquants.

Le développement des radioles a été suivi depuis leur apparition jusqu'à la forme définitive et cette étude, jointe à quelques observations sur leur mode de réparation après cassure, nous a fourni des renseignements utiles pour la détermination des espèces.

Le *D. papillata* possède des pédicellaires glandulaires dont chaque valve calcaire renferme un sac à mucus.

Le rôle des pédicellaires demeure inconnu.

Les faisceaux principaux du plexus nerveux périphérique sont logés dans des sillons particuliers creusés dans le calcaire à la surface du test. La nature de ces sillons connus chez quelques espèces fossiles se trouve ainsi déterminée.

Le plexus nerveux périphérique forme à la base de chaque radiole un anneau nerveux visible à l'œil nu.

Les nerfs ambulacraires sont des formations tubulaires présentant un espace virtuel intra-nervien qui aboutit entre l'épithélium du pharynx et celui de la lèvre péristomienne. La partie interne des tubes nerviens ambulacraires forme l'anneau nerveux péri-buccal qui est en continuité avec la couche épithéliale du pharynx.

Le tube digestif est dépourvu de siphon intestinal; ce caractère ne se retrouve chez aucun des Échinidés étudiés jusqu'à ce jour.

Les pores aquifères de la plaque madréporique communiquent avec deux canaux distincts; le tube aquifère (canal du sable) et le canal annexe (conduit excréteur de Perrier). Ce dernier est le prolongement de la cavité de la glande ovoïde.

L'entrée de l'eau par la plaque madréporique a lieu par diffusion simple.

Le système des canaux ambulacraires ne diffère de ce qu'il est

chez les Échinidés que dans la région péristomienne (absence de tentacules buccaux).

Les tentacules ambulacraires sont de deux sortes; les uns, propres à aider la locomotion, sont munis de ventouses (hémisphère adoral); les autres dépourvus de ventouses sont exclusivement respiratoires (hémisphère aboral).

Le fonctionnement de la ventouse s'explique par le jeu de fibres musculaires indépendantes des muscles longitudinaux.

Le système lacunaire viscéral (vasculaire sanguin des auteurs) est uniquement composé de lacunes creusées dans le tissu conjonctif des lames mésentériques. Le réseau capillaire absorbant débouche dans deux lacunes marginales : l'une externe, l'autre interne. Il n'existe pas de vaisseau collatéral.

La lacune marginale interne conduit dans un anneau péri-œsophagien creusé dans la paroi interne de l'anneau aquifère. Cet anneau lacunaire fournit : 1° un réseau qui se distribue à la glande ovoïde et se continue dans le pentagone génital; 2° cinq lacunes pharyngiennes d'où naissent cinq lacunes radiales accolées à la face externe des vaisseaux ambulacraires; ces lacunes émettent des branches latérales pour les tentacules.

Il n'y pas de vésicules de Poli différenciées des anneaux œsophagiens.

Le système lacunaire viscéral ne communique pas avec l'extérieur.

L'anneau appartenant au système lacunaire viscéral ne communique pas avec l'anneau aquifère. Les seuls échanges possibles entre les deux ont lieu par osmose et diapédèse.

Les deux systèmes, système lacunaire et système aquifère, ne communiquent pas entre eux sous la plaque madréporique.

Le système lacunaire viscéral est donc un appareil complètement séparé du système aquifère.

La glande ovoïde est le lieu de formation des globules blancs amœboïdes à longs pseudopodes qui sont répandus dans le fluide périspécéral, les canaux ambulacraires et dans tous les tissus. L'anneau

lacunaire œsophagien est un prolongement des parois de la glande.

Le rôle des trois cavités distinctes : cavité générale, système lacunaire, système aquifère, a été étudié dans un chapitre spécial.

La cavité générale comprend deux parties ne communiquant pas entre elles : la cavité générale proprement dite et la cavité péri-pharyngienne.

Cette dernière n'est point munie de branchies externes contrairement à ce qui a lieu chez les Échinidés ; elle possède cinq appendices internes (organes de Stewart) destinés à favoriser les échanges osmotiques entre le liquide péri-pharyngien et le liquide péri-viscéral.

La forme larvaire du *D. papillata* est un pluteus à quatre paires de bras dont deux présentent des spicules treillisés à baguettes lisses, ce sont les bras postérieurs et les bras antéro-latéraux. Les bras antérieurs et surtout les bras antéro-internes sont courts ; la coupole est aplatie et présente deux lobes latéraux, il existe en outre d'autres lobes très développés le long de la frange ciliée ; les épaulettes ciliées font défaut.

Echinus acutus. — Son étude nous a permis de démontrer qu'il existe chez les Oursins un système nerveux périphérique situé dans la couche épidermique du test, constitué par un plexus réticulé en relation avec le système nerveux interne par les nerfs tentaculaires et par l'extrémité apicale des cinq nerfs ambulacraires.

Ce plexus forme à la base de chaque piquant un anneau nerveux riche en éléments ganglionnaires.

En outre, nous avons découvert chez cet *Echinus* un anneau génital nerveux en rapport avec les cinq nerfs ambulacraires.

Strongylocentrotus lividus. — En étudiant de très jeunes individus de cette espèce, nous avons observé le développement de l'appareil génital.

Les cinq glandes génitales proviennent d'un bourgeon primitif unique, développé aux dépens du mésentère.

La glande ovoïde n'est pas un stolon génital.

Spatangus purpureus. — Le madréporite présente une apophyse

interne à l'extrémité de laquelle s'abouchent le tube aquifère (canal à épithélium columnaire) et le canal annexe. La glande ovoïde envoie entre l'apophyse madréporique et la lame sous-apicale gauche, un prolongement qui est l'homologue du processus glandulaire du *Dorocidaris*.

La lacune marginale interne fournit une branche qui forme un anneau lacunaire péri-buccal. Cet anneau émet d'une part cinq lacunes radiales et d'autre part une lacune (canal glandulaire) qui parvient jusqu'à la glande ovoïde, se distribue dans ses parois et se termine en un réseau dans la membrane qui relie entre elles les quatre glandes générales.

L'appareil appelé aquifère chez les Oursins réguliers est chez le *Spatangue* divisé en deux parties qui ne communiquent pas entre elles : 1° le tube aquifère proprement dit, prolongé par un canal ramifié qui longe le canal glandulaire et se termine en cul-de-sac vers la région œsophagienne ; 2° le système ambulacraire comprenant cinq vaisseaux radiaux, un anneau péri-buccal et un canal onduleux appliqué contre la partie du canal glandulaire qui longe l'œsophage et terminé en cul-de-sac.

Le système lacunaire viscéral ne communique avec aucune de ces deux parties.

La soi-disant branche de communication ne débouche que dans l'anneau lacunaire péri-buccal et nullement dans l'anneau ambulacraire qui accompagne ce dernier.

Le système lacunaire viscéral ne communique pas avec l'extérieur.

APPENDICE.

Les recherches qui viennent d'être exposées étaient entièrement terminées, lorsque O. Hamann ¹ a publié les résultats définitifs de son travail sur l'histologie des Echinodermes. Sans avoir l'intention de

¹ *Beiträge zur histologie der Echinodermen* (*Jen. Zeits. f. Nat.*, bd. XXI, 1887).

donner ici une analyse complète de ce mémoire, qui clôt une importante série de recherches sur un groupe d'animaux dont je n'ai moi-même étudié qu'une partie, je me bornerai aux quelques remarques suivantes :

O. Hamann confirme les observations que j'avais résumées le 22 février 1886¹, relativement à l'existence du plexus nerveux périphérique de l'*Echinus acutus* et au mode d'innervation des piquants par ce plexus (anneau nerveux basilaire des piquants).

Il signale la présence d'un anneau lacunaire sanguin (*anale Blutlakunenring*), situé dans l'épaisseur de la membrane qui forme le pentagone génital; j'ai moi-même fait connaître l'existence du réseau lacunaire péri-anal, chez le *Dorocidaris*, à la date du 15 juin 1886².

L'auteur allemand semble attacher une grande importance à la présence d'un espace annulaire compris entre la membrane du pentagone génital et le test (*Schizocölring*). Cet espace n'existe pas avant que le bourgeon génital n'ait entouré le périprocte; il est la conséquence du développement de ce bourgeon, derrière lequel il se constitue peu à peu, et si, chez le jeune Oursin, cet espace annulaire est une cavité close, chez l'adulte il communique largement avec la cavité générale. Il est d'ailleurs complètement séparé de l'espace sous-madréporique, qui paraît être passé inaperçu pour Hamann, et qui, lui, est une cavité close, dans laquelle se termine la glande ovoïde.

Cet espace péri-anal a-t-il une réelle importance morphologique? La question paraît discutable et l'on ne devra pas oublier qu'il est, chez l'Oursin adulte, une simple dépendance de la cavité générale.

O. Hamann n'a point observé que la cavité de la glande ovoïde communique avec l'extérieur par l'intermédiaire du canal annexe; pour lui, cette glande est un organe dans lequel les matières devenues inutiles se séparent du sang. Ce serait donc un organe d'excré-

¹ *Compt. rend. Acad. sc. Paris.*

² *Compt. rend. Acad. sc. Paris.*

tion sans conduit excréteur. Les conclusions auxquelles nous a conduit l'étude du Dorocidaris sont tout autres.

Nous sommes d'accord avec l'auteur allemand relativement à la séparation des deux anneaux œsophagiens ; mais je lui laisse la responsabilité de son hypothèse, quand il considère les vésicules de Poli comme des organes respiratoires.

O. Hamann n'a point vu les lacunes radiales des Oursins réguliers ; je ne les ai pas recherchées chez le *Sphærechinus* ni chez l'*E. acutus* ; mais, les ayant retrouvées chez l'*E. sphæra*, je ne crois pas m'avancer beaucoup en disant que ces lacunes existent chez tous les Oursins. C'est dans l'épaisseur de la membrane qui sépare le canal W de l'espace *Sch*¹ (mémoire d'Hamann, pl. XIV) qu'il faut chercher à découvrir la lacune radiale. D'ailleurs, l'existence de ces lacunes a été méconnue par Hamann chez le *Spatangus purpureus* lui-même, où cependant il est facile de les injecter, en poussant l'injection par la lacune marginale interne.

Dans la deuxième partie du mémoire, consacrée aux Oursins irréguliers, je trouve, page 223, la phrase suivante : « Dass der Steinkanal nur von der madeporenplatte bis zur Drüse reicht und hier in ein Gefässgeflecht mündet, ist ihm (Teuscher) wie allen folgenden Beobachtern, auch Kœhler, entgangen. » Hamann n'aurait point écrit cette phrase, s'il avait eu connaissance de ma note du 21 juin 1886¹.

Les conclusions de l'auteur allemand relatives à la structure du soi-disant canal de sable des auteurs, qu'il appelle *Gefässgeflecht*, sont essentiellement différentes des miennes. Pour Hamann, toutes les cavités qui composent le Gefässgeflecht communiquent entre elles ; pour moi, il existe deux sortes de cavités distinctes, appartenant les unes au système lacunaire viscéral, les autres au système aquifère. Mais pour découvrir l'indépendance de ces deux sortes de cavités, il ne suffit pas de faire des coupes transversales du Gefäss-

¹ *Compt. rend. Acad. sc. Paris.*

geflecht, il faut l'avoir préalablement injecté au bleu soluble. Si Hamann n'avait pas laissé de côté la méthode des injections, il aurait pu faire les observations suivantes :

En injectant la lacune marginale interne, il aurait vu la matière colorée passer dans les lacunes marquées Bl et K¹ sur la figure 8, pl. XVII, de son mémoire, sans jamais pénétrer dans les lacunes marquées K. Il en aurait conclu que Bl et K¹ ne communiquent pas avec K, et que ces cavités dépendent exclusivement du système lacunaire viscéral (sanguin). Du même coup, il aurait injecté les

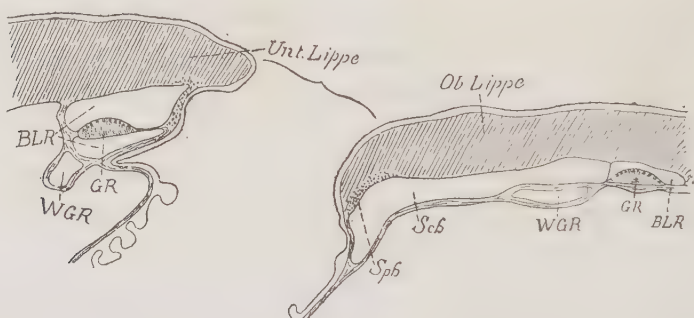


Fig. 17. — Coupe verticale de la bouche d'un *Sptg. purpureus*, d'après O. Hamann. GR, anneau nerveux ; WGR, anneau vasculaire aquifère ; BLR et Sch, anneau lacunaire sanguin ; Sph, sphincter.

parois de la glande, la membrane génitale, et la matière colorée n'aurait pas pénétré dans le tube aquifère.

Au contraire, s'il eût poussé l'injection par le madréporite, il aurait vu la masse colorée pénétrer dans le tube aquifère, de là dans les cavités K de la figure en question et nullement dans les lacunes Bl et K¹. En même temps il aurait constaté que l'injection ne pénétrait pas dans les aires radiales.

Ces deux injections, l'une par le madréporite, l'autre par la lacune marginale interne, auraient montré à l'habile histologiste de Göttingue qu'il existe, dans la partie du canal de sable des auteurs dont nous nous occupons, deux catégories de cavités ne communiquant pas entre elles.

D'après Hamann, les lacunes sanguines qui accompagnent l'œso-

phage débouchent dans un anneau péribuccal contenant le système nerveux, et de cet anneau (*Schizocölringkanal*) partent cinq lacunes sanguines, dans lesquelles sont logés les cinq nerfs radiaux. M. Kœhler a déjà fait remarquer, très justement, que les espaces dans lesquels sont logés les troncs nerveux d'un *Spatangue* ne sont pas des vaisseaux, et, si Hamann avait mis en coupe des pièces préalablement injectées au bleu soluble, il serait arrivé à des conclusions bien différentes de celles qu'il a publiées.

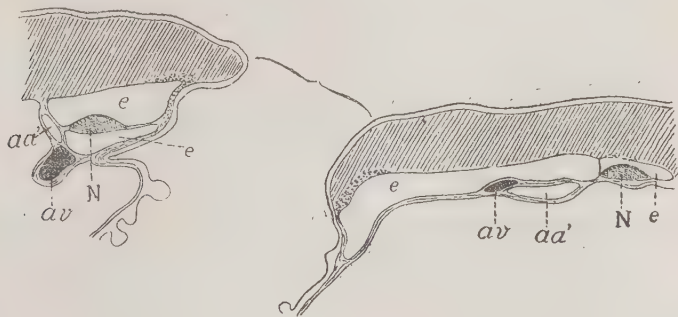


Fig. 18. — Même coupe que figure 17, dans laquelle une injection par la lacune marginale interne a mis en évidence le véritable anneau *av* du système lacunaire viscéral; *aa'*, anneau ambulaire; *N*, anneau nerveux; *e*, espaces périnerviés. Hamann n'a point vu la lumière de l'anneau lacunaire *av* (lèvre supérieure) et il a attribué à l'anneau aquifère, la lumière *av* (lèvre inférieure), alors qu'elle appartient en réalité à l'anneau lacunaire. En outre, il n'a pas figuré la véritable lumière *aa'* (lèvre inférieure) de l'anneau aquifère.

J'ai reproduit ci-contre (fig. 17) la coupe de la bouche d'un *Spatangus purpureus*, donnée par Hamann (pl. XVII, fig. 3), et, à côté (fig. 18), la même coupe, corrigée après injection au bleu soluble par la lacune marginale interne. La comparaison de ces deux figures remplace avantageusement la description la plus minutieuse, et l'on doit en conclure que l'auteur dont nous discutons en partie le mémoire n'a pas observé le véritable anneau péribuccal du système lacunaire viscéral (sanguin). Cet anneau *av* (fig. 18), ainsi que les lacunes radiales qui en dépendent (fig. 16, *lr*), sont en communication avec le système des absorbants intestinaux, qui n'ont aucun rapport avec les *Schizocölbildungen*: *Langskanäle* et *Schlundsinus* de O. Hamann.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE XIV.

Dorocidaris papillata.

- Fig. 1.** Fragment du test (aire interambulacraire); *m*, mamelon des tubercules primaires; *t*, tubercules secondaires; *sn*, sillons du réseau nerveux périphérique. Gross. 2 d.
2. Quatre plaques ambulacraires et morceau de la plaque interradiaire voisine; *p*, pores ambulacraires; *u*, encoche dans laquelle est logé le nerf tentaculaire; *r*, tubercules des pédicellaires; les autres lettres comme précédemment. Gross. 9 d.
3. Coupe longitudinale d'une zone ambulacraire près du pore ocellaire; *va*, vésicules ambulacraires; *s*, lignes de suture; *ta*, tentacules coupés obliquement; *sn*, coupe des faisceaux nerveux logés dans les sillons *sn* des figures précédentes; *np*, coupe du faisceau nerveux entourant le tentacule. Gross. 25 d.
4. Coupe longitudinale de l'extrémité d'un radius et du pore ocellaire; *aq*, vaisseau ambulacraire; *a*, pore ocellaire; *o*, plaque ocellaire; *np*, réseau nerveux périphérique; *n*, nerf ambulacraire. Gross. 25 d.
5. Tentacule ambulacraire coupé près de son attache au test; *n*, nerf tentaculaire. Gross. 8 d.
6. Fragment de la coupe (4) pris sur les bords du pore ocellaire; *ep*, noyaux des cellules épidermiques; *p*, prolongements de ces cellules au travers du plexus nerveux, *np*; *c*, membrane conjonctive limitant le réseau du test, *rc*; *k*, espaces occupés par le calcaire; *gm*, globule mûriforme. Gross. 460 d.
7. Coupe demi-schématique menée transversalement à un radius; *ta*, tentacule rétracté; *va*, vésicule correspondante non coupée; *sp*, spicules calcaires; *p*, pores ambulacraires; *aq*, vaisseau ambulacraire; *lr*, lacune radiale; *e*, espace périnervien; *n*, nerf ambulacraire; *np*, plexus nerveux périphérique; *nt*, nerf tentaculaire.
8. Coupe transversale d'un tentacule suivant α (fig. 7); *d*, brides qui divisent sa lumière en deux parties. Gross. 45 d.
9. Coupe longitudinale passant par le plan médian d'une arête pharyngienne; *et*, épithélium du pharynx; *ep*, épithélium de la lèvre péristomienne; *ar*, tractus de l'arête pharyngienne, dans lesquels sont creusées les lacunes; *lr*, lacune radiale; *e*, espace périnervien; *n*, nerf ambulacraire; *N*, anneau nerveux; ω , point où aboutit l'espace virtuel intra-nervien. Gross. 25 d.
10. Coupe du pentagone nerveux *N*, dans un interradius; *N'* correspond à la partie *n'* du tube nervien (pl. XVII); ω , sillon qui continue l'espace virtuel intra-nervien; *q*, membrane qui se rattache à la dent. Gross. 25 d.

- FIG. 11. Coupe transversale d'une arête pharyngienne; *ar*, tractus de l'arête; *c*, coagulum contenu dans les lacunes de ces derniers; *ei*, épithélium d'un des sillons du pharynx coloré au vert de méthyle. Gross. 115 d.
12. Coupe d'un sillon du test; *sn*, fibrilles nerveuses; *ep*, cellules épidermiques. Gross. 265 d.
13. Coupe tangentielle menée près du point d'émergence d'un nerf tentaculaire; *nt*, nerf tentaculaire; *g*, cellules nerveuses; *ω*, espace intranervien; *lt*, canalicule qui accompagne le nerf; *fm*, fibres musculaires du tentacule correspondant. Gross. 265 d.

PLANCHE XV.

Dorocidaris papillata.

- FIG. 1. Coupe transversale du double anneau périœsophagien; *aq*, anneau aquifère; *av*, anneau dépendant du système lacunaire viscéral. Gross. 45 d.
2. Partie de la figure 1; *gm*, globules mûrifformes, dont quelques-uns sont situés immédiatement au-dessous de l'épithélium; *ef*, éléments figurés contenus dans l'anneau aquifère; *sp*, emplacement des spicules calcaires dissous. Gross. 265 d.
3. *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, globule mûrifforme traversant la couche épithéliale de la lame mésentérique interne, observé sur le vivant. Gross. 385 d.
4. *a*, *b*, globule mûrifforme, *m*; et globule brun, *gb*, traversant la même membrane.
5. Coupe d'un pédicellaire naissant; *ep*, couche épidermique; *f*, cellules formatrices; la tête commence à se différencier; à la partie supérieure, elle est séparée de la tige par une assise de noyaux plus fortement colorés; *r*, réseau canaliculaire du test; *c*, membrane qui le limite. Gross. 265 d.
6. Base d'une radiale en réparation, dépouillée en partie des piquants secondaires qui l'entouraient; *h*, bourgeon médullaire par lequel débute la formation de la nouvelle baguette; *a*, limite inférieure de la collerette (bourrelet); *e*, ampoules des piquants secondaires; *an*, anneau nerveux. Gross. 3 d.
7. Deux portions d'une même coupe transversale de la première courbure intestinale; *e*, épithélium de l'intestin; *gt*, gouttière; *vi*, lacune marginale interne creusée dans la lame mésentérique; *ve*, lacune marginale externe. Gross. 25 d.
- 9, 10. Coupes longitudinale et transversale d'un tentacule ambulacraire de l'hémisphère adoral; *ep*, couche épidermique; *c*, couche conjonctive contenant les spicules et par conséquent la rosette; *sp*, spicules de la région basilaire; *el*, couche élastique; *m*, fibres musculaires longitudinales; *nt*, nerf tentaculaire; *n*, renflement du nerf qui forme au-dessous de la ventouse un anneau dont la coupe se retrouve en *n'*; *f*, fibres musculaires propres à la ventouse; *vt*, canal qui accompagne le nerf tentaculaire. Gross. 115 d.
11. Spicules calcaires d'un tentacule adoral rétracté, dessinés en place; la

moitié antérieure de la rosette est enlevée; on voit l'espace laissé libre par les spicules, dans lequel était situé le nerf tentaculaire. Gross. 80 d.

FIG. 12. Spicules calcaires de l'extrémité d'un tentacule situé dans l'hémisphère aboral, près de l'équateur; la rosette est rudimentaire. Gross. 80 d.

13. Spicules calcaires de l'extrémité d'un tentacule du pôle apical. Gross. 80 d.

14. Radiole adulte dont le sommet est encore recouvert par la couche épidermique du test; *l*, tête articulaire; *a*, bourrelet; *c*, collerette. Gross. 1 d.

15. Radiole plus jeune.

16. Radiole encore plus jeune.

17. Coupe transversale d'un piquant secondaire, au-dessus de l'ampoule, après décalcification.

18. Détail du même; *r*, réseau canaliculaire; *K*, espace vide laissé par les baguettes calcaires de la périphérie; *ep*, cellules épidermiques logées dans les stries du piquant; *gm*, globule mûriforme. Gross. 460 d.

19. Coupe du pôle apical suivant un diamètre de la rosette apicale; *a*, anus; *r*, rectum; *p*, pore génital; *G*, plaque génitale; *g*, morceaux des glandes génitales; *ag*, pentagone génital; *O*, plaque ocellaire; *po*, pore ocellaire; *ov*, glande ovoïde; *mi*, lame mésentérique allant du rectum à la lanterne en longeant la glande ovoïde; *c*, tube aquifère. Gross. 2 d.

PLANCHE XVI.

Echinus acutus.

FIG. 1. Coupe transversale $\alpha\beta$ (fig. 2); *aq*, vaisseau ambulacraire; *n*, nerf ambulacraire; *ep*, couche épidermique du test; *np*, plexus nerveux périphérique. Gross. 65 d.

2. Coupe longitudinale du pore ocellaire; *a*, pore ocellaire; *n*, nerf ambulacraire; *n'*, partie du nerf ambulacraire qui fournit les fibres nerveuses à l'anneau génital *ng*; *np*, plexus nerveux; *ep*, couche épidermique; *O*, plaque ocellaire (la teinte plate remplace le réseau du test). Gross. 45 d.

3. Anneau nerveux basilaire des piquants coupé transversalement; *an*, anneau nerveux; *g*, cellules nerveuses; *ep*, cellules épidermiques; *p*, leurs prolongements; *e*, espaces intercellulaires. Gross. 460 d.

4. Portion d'une coupe longitudinale d'un autre piquant. Mêmes lettres. *np*, plexus nerveux périphérique; *z*, cellules conjonctives; *gm*, globules mûriformes; *m*, fibres musculaires des muscles moteurs du piquant. Gross. 460 d.

5. Coupe longitudinale de la base d'un piquant (*Echinus* de 4 millimètres). Mêmes lettres. *el*, fibres élastiques; *T*, tubercule; *t*, tête articulaire. Gross. 115 d.

6. Coupe transversale de l'anneau nerveux génital; *ng*, anneau nerveux; *lg*, lacunes du pentagone génital. Gross. 460 d.

7. Fragment d'un faisceau nerveux du plexus périphérique; *g*, cellules nerveuses. Gross. 460 d.

8. Lambeau de la couche épidermique du test, vu à plat; *np*, faisceaux

principaux du plexus nerveux mis en évidence par le chlorure d'or ; *sp*, spicules calcaires ; *k*, espace vide correspondant à l'attache d'un pédicellaire. Gross. 115 d.

FIG. 9. Portion du plexus nerveux isolé. Gross. 460 d.

10. Lambeau de la couche épidermique entourant une paire de pores ; *nt*, reste du nerf tentaculaire arraché, en continuité avec les fibres du plexus, *np* ; *k*, emplacement d'un pédicellaire. Gross. 25 d.
11. Couche épidermique du test vue par la face qui reposait sur le calcaire et dans laquelle les cellules épidermiques ou de soutien ont été supprimées ; *z*, cellules conjonctives ; *gm*, globules mûriformes ; *sp*, spicules calcaires ; *np*, fibres nerveuses du plexus (coloration au chlorure d'or). Gross. 460 d.
12. Fragment d'un faisceau du plexus avec une cellule nerveuse *g*. Gross. 460 d.

PLANCHE XVII.

Dorocidaris papillata.

- FIG. 1 Extrémité buccale du pharynx ; *d*, extrémité d'une dent (en place) ; *m*, fragment de la mâchoire voisine, également en place (les muscles intermaxillaires ont été enlevés) ; *ph*, lumière du pharynx ; *ar*, arêtes pharyngiennes ; *s*, lames conjonctives ; *N*, pentagone nerveux ; *t*, *t'*, ligaments ; *l*, lèvres pharyngiennes ; *b*, bourrelets ; *q*, membrane qui se rattache aux mâchoires ; *aq*, vaisseau aquifère ; *va*, vésicules ambulacraires.
2. *d*, dent en place dans un fragment de sa mâchoire ; le côté *m'* a été coupé de façon à montrer le ligament *t*.
 3. Coupe d'un radius, passant en (*e*) de la figure 1. *aq*, vaisseau aquifère ; *br*, lacune radiale ; *e*, espace périnervien ; *n*, partie interne du tube nerveux ; *n'*, partie externe ; *ω*, espace intra-nervien. Gross. 65 d.
 4. Coupe (*δ*), mêmes lettres. *lt*, lacune tentaculaire. Gross. 65 d.
 5. Coupe (*γ*) ; *j*, cavité qui accompagne le nerf pendant sa traversée du périostome (voir pl. XIX, fig. 1).
 6. Coupe (*β*). Gross. 25 d.
 7. Coupe (*α*) ; le vaisseau aquifère *aq* touche à sa fin ; il est bifurqué *nt*, départ d'un nerf tentaculaire.
 8. Coupe (*θ*) ; le vaisseau aquifère n'existe plus.
 9. Coupe d'un radius dans le voisinage de l'équateur ; *s*, suture des plaques ambulacraires. Gross. 65 d.
 10. Partie d'une coupe transversale du nerf ambulacraire ; *f*, fibres nerveuses ; *g*, cellules nerveuses ; *c*, tractus conjonctifs s'attachant à l'enveloppe du nerf. Gross. 460 d.
 11. Coupe transversale d'un nerf tentaculaire ; *n*, fibres nerveuses ; *ω*, espace intra-nervien. Gross. 265 d.
 12. Portion d'une coupe transversale du nerf ambulacraire, montrant la naissance d'un nerf tentaculaire *nt*. Gross. 215 d.

Lettres communes à toutes les figures des planches (XVIII et XIX) :

M, plaque madréporique.	tum à la lanterne et longeant la glande ovoïde.
C', première courbure intestinale.	
C ² , deuxième courbure intestinale.	mo, lame mésentérique réunissant l'œsophage et la glande ovoïde.
G, plaques génitales.	œ, œsophage.
g, glandes génitales.	ov, glande ovoïde.
vi, lacune marginale interne.	c, tube aquifère.
ve, lacune marginale externe.	c', canal aquifère annexe.
l, lacunes se distribuant à la glande ovoïde.	p, processus glandulaire.
av, anneau lacunaire périœsophagien.	e, espace sous-madréporique.
lph, lacunes pharyngiennes.	ar, arêtes pharyngiennes.
aa, anneau aquifère (ambulacraire).	r, rectum.
va, vésicules ambulacraires.	st, organes de Stewart.
mi, lame mésentérique interne.	aq, vaisseau ambulacraire.
me, lame mésentérique externe.	y, pièces en Y.
mir, lame mésentérique allant du rec-	pa, pièces articulaires.

Nota. — Les aires ambulacraires et interambulacraires sont numérotées d'après la nomenclature de Loven.

PLANCHE XVIII.

Dorocidaris papillata.

FIG. 1. *Dorocidaris* dont le test a été enlevé, à l'exception des plaques génitales et de la membrane anale. *a*, anus; *pg*, pores génitaux; *d*, lame membraneuse qui attache chaque glande génitale au test; *f*, brides de la lame mésentérique de la deuxième courbure intestinale recouverte par les glandes génitales. Gross. 1 d.

2. Les deux courbures intestinales, dont les deux lacunes marginales sont colorées en rouge; l'injection des capillaires est supprimée et les dimensions transversales de l'intestin sont un peu réduites pour rendre la figure plus claire. Gross. 1 d.

3. *Dorocidaris* injecté (vue latérale); les glandes génitales 2 et 1 sont enlevées, ainsi qu'une partie de l'intestin. T, test dépouillé de ses appendices; *m*, tubercules primaires; *ps*, piquants secondaires; *o*, plaque ocellaire; *L*, appareil masticateur; *t*, tentacules ambulacraires; *au*, auricules. Gross. 2 d.

4. Rosette apicale et pentagone génital vus par la face interne; la glande ovoïde et l'œsophage sont rabattus. *lg*, réseau lacunaire génital injecté (par la lacune marginale interne); *b*, trous de la membrane du pentagone génital. Gross. 2 d.

5. Appareil masticateur dont la membrane recouvrante a été enlevée en partie; *cph*, cavité péripharyngienne; la pièce articulaire qui recouvrait le vaisseau ambulacraire *aq* a été enlevée. Gross. 2 d.

PLANCHE XIX.

Dorocidaris papillata.

FIG. 1. Coupe reconstituée de l'appareil masticateur et du péristome ; *ph*, pharynx ; *m*, mâchoires (les muscles intermaxillaires sont enlevés, la mâchoire de droite est coupée suivant son plan de symétrie) ; *d*, dent ; *r*, membrane qui recouvre l'appareil masticateur ; *u*, muscles qui relient entre elles les pièces en Y, coupés transversalement ; *s*, lames conjonctives ; *c'*, cavité de la glande ovoïde ; *lr*, lacune radiale ; *n*, nerf ambulacraire ; *N*, anneau nerveux ; *l*, lèvres pharyngiennes ; *b*, bourrelets pharyngiens ; *q*, membrane qui se rattache à la dent ; *lp*, lèvre péristomienne ; *i*, attache de la lèvre péristomienne avec la mâchoire ; *e*, espace périnervien ; *j*, cavité formée par un dédoublement de la membrane péristomienne. Gross. 2 d.

2. Extrémité œsophagienne du pharynx et anneaux périœsophagiens vus par leur face interne ; les pièces en Y ont été coupées et la membrane recouvrante incisée tout autour des anneaux, il en est résulté que la contraction des muscles qui relient les pièces en Y a produit le renversement de la membrane tel que le représente le dessin. Les arêtes pharyngiennes *lph* ont été injectées par la lacune marginale interne et l'anneau aquifère par le canal du sable. Gross. 6 d.
3. Plaque madréporique vue par sa face interne ; *pg*, pore génital ; *o*, orifice où débouchent les pores aquifères et où viennent aboutir le tube aquifère et le canal annexe ; *cr*, creux madréporique. Gross. 2 d.
4. Coupe transversale du double anneau périœsophagien ; l'anneau lacunaire *av* avait été injecté seul par la lacune marginale interne. Gross. 45 d.
5. Figure reconstituée à l'aide de coupes pour montrer les annexes du madréporite ; *x*, tissu limitant l'espace *e* vers le rectum ; *paq*, pores aquifères. Gross. 15 d.
6. Glande ovoïde ouverte longitudinalement ; *cc*, cordon axial ; *rm*, réseau lacunaire qui était visible sans injection, grâce à son contenu opaque ; *g*, conduit excréteur d'une glande génitale ; *ag*, pentagone génital. Gross. 2 d.
7. Amibes à longs pseudopodes, vivants. Gross. 460 d.
8. Amibes à longs pseudopodes fixés par l'alcool à 45 degrés et colorés à l'hématoxyline. Gross. 460 d.
9. *a*, globules amœboïdes mûriformes ; *a'*, fixé par l'alcool ; *a''*, désagrégé. Gross. 460 d.
10. *b*, globule amœboïde à petits grains ; *b'*, *b''*, après l'action de l'alcool. Gross. 460 d.
11. *c*, *c'*, globule amœboïde brun d'acajou ; *c''*, après l'action de l'alcool. Gross. 460 d.
12. *d*, globule cilié vivant dont le cil, peu visible, n'a pas été figuré ; *d'*, le même, immédiatement après l'action de l'alcool ; *d''*, *d'''*, après coloration à l'hématoxyline. Gross. 460 d.

- Fig. 13. Vésicules du tissu (α , fig. 5), remplies d'amibes mûriformes. Gross. 125 d.
 14. Vésicules du même tissu, d'où se sont échappés les globules ciliés qui les entourent. Gross. 125 d.
 15. Granulations pigmentaires répandues dans tous les tissus des vieux individus. Gross. 460 d.

PLANCHE XX.

Dorocidaris papillata.

- Fig. 1. Coupe transversale de la glande ovoïde non loin de l'endroit où le processus s'en détache; c , tube aquifère; c' , cavité de la glande; p , naissance du processus glandulaire; g , tissu périphérique de la glande. Gross. 35 d.
 2. Coupe plus rapprochée de la plaque madréporique; mêmes lettres; e , espace sous-madréporique. Gross. 35 d.
 3, 4, 5, 6, 7, 8. Coupes ou portions de coupes de plus en plus rapprochées de la plaque madréporique. On y voit se former le processus et grandir l'espace sous-madréporique e ; la coupe (7) montre la communication des deux canaux c , c' , qui se confondent dans la coupe (8). Dans la coupe (7) l'espace e est limité par le tissu mou α , et l'extrémité apicale du processus glandulaire est indiquée en pointillé. Gross. 35 d.
 9. Coupe transversale du processus glandulaire pour montrer les canalicules qui le traversent, d . Gross. 115 d.
 10. Coupe de l'extrémité apicale du processus montrant un réseau de canalicules, d . Gross. 115 d.
 11. Portion d'une coupe du processus prise à la périphérie; h , épithélium vibratile (l'aspect de cet épithélium s'explique par les raisons données dans le courant du mémoire, p. 281); l , fibres longitudinales (musculaires?); d , lumières des canalicules; i , noyaux d'amibes à longs pseudopodes; f , faisceaux conjonctifs coupés transversalement. Gross. 460 d.
 12. Portion d'une autre coupe prise dans la partie centrale. Gross. 460 d.

PLANCHE XXI.

Dorocidaris capillata.

- Fig. 1. Coupe transversale de la glande ovoïde dans la région moyenne; c , tube aquifère; c' , cavité de la glande; g , canalicules périphériques; l , lacunes injectées par la lacune marginale interne. Gross. 45 d.
 2. Portion d'une coupe transversale de la glande prise à la périphérie; e , épithélium externe; sp , vides laissés par les spicules dissous; gm , globules mûriformes; y , granulations pigmentaires; q , canalicules périphériques dans lesquels se prolonge l'épithélium externe; les noyaux disséminés dans le stroma conjonctif appartiennent à des amibes à longs pseudopodes. Gross. 215 d.
 3. Portion d'une coupe transversale de la glande prise à la périphérie interne; e , épithélium interne; i , amibes à longs pseudopodes; q , lumière d'un canalicule périphérique. Gross. 460 d.

- FIG. 4. Coupe d'une anfractuosité *c'* de la cavité intra-glandulaire. Gross. 460 d.
 5. Détail de la portion *s* de la coupe (1); *i*, amibes à longs pseudopodes; *e*, épithélium de la cavité intra-glandulaire. Gross. 460 d.
 6. Coupe dans un caillot du liquide périviscéral; *i*, amibes à longs pseudopodes; *gv*, globules ciliés; *gm*, globule mûriforme; *gm'* est probablement un amibe brun modifié par les réactifs. Gross. 460 d.
 7. Portion d'une coupe dans le tissu mou (*x*) qui borde le creux madréporique (pl. XIX, fig. 5) pour montrer l'aspect produit par un amas de globules ciliés après l'action des réactifs. Gross. 460 d.
 8. Détail de la coupe (10, pl. XX) pour montrer la terminaison des canalicules *d* du processus glandulaire. Gross. 215 d.

PLANCHE XXII.

Strongylocentrotus lividus.

- FIG. 1. Coupe longitudinale d'un bourgeon génital (*Strg. lividus* de 6 millimètres); *g*, bourgeon génital; *v*, cellules nucléiformes; *pg*, pore génital en train de se constituer dans la plaque correspondante; *r*, réseau organique de cette plaque; *ng*, anneau nerveux; *ag*, membrane du pentagone génital; *h*, espace compris entre cette dernière et le test. Gross. 460 d.
 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Coupes successives normales à la plaque madréporique d'un *Strg. lividus* de 3 millimètres. *M*, plaque madréporique; *c*, tube aquifère; *ov*, glande ovoïde; *ov'*, extrémité apicale de la glande; *e*, espace sous-madréporique; *g*, bourgeon génital primitif; *v*, cellules nucléiformes; *p*, pores aquifères; *mo*, lame mésentérique reliant la glande ovoïde à l'œsophage. Gross. 460 d. pour les coupes 3, 4, 7; 115 d. pour les coupes 2, 5, 6, 8.
 9. Rosette apicale d'un *Strg. lividus* de 3 millimètres vue par la face interne, sur laquelle ont été représentés schématiquement le bourgeon primitif *g* et les cinq bourgeons radiaux 1, 2, 3, 4, 5, qui en proviennent lorsque l'Oursin a atteint une dimension de 4 à 6 millimètres. La ligne $\alpha\beta$ indique la direction des coupes qui ont été représentées précédemment.
 10. Coupe du pore génital d'un *E. acutus* adulte. *G*, plaque génitale; *cg*, canal excréteur de la glande; *ng*, anneau nerveux; *pg*, pore; *m*, papille génitale. Gross. 25 d.
 11. Détail de la coupe précédente pour montrer l'anneau nerveux *ng*; *l*, lacunes du pentagone génital. Gross. 265 d.

PLANCHE XXIII.

Dorocidaris papillata.

- FIG. 1. Œuf fécondé. Gross. 107 d.
 2, 3, 4, 5. Stades successifs de la segmentation. Gross. 107 d.
 6. Blastosphère; *c*, cavité de segmentation vue par transparence. Gross. 107 d.
 7. Blastosphère libre présentant un aplatissement à l'endroit où va se pro-

duire l'invagination; *m*, premières cellules mésodermiques (vue en coupe optique). Gross. 215 d.

Fig. 8. Coupe optique d'une gastrula âgée de quatre jours; *a*, blastopore; *e*, ectoderme; *i*, endoderme; *m*, cellules mésodermiques. Gross. 215 d.

9. Coupe optique d'une gastrula âgée de six jours. Mêmes lettres. *v*, diverticulum destinés à former les vésicules vaso-péritonéales. Gross. 215 d.

10. Coupe optique d'une larve de huit jours; *vd*, vésicule vaso-péritonéale droite; *vg*, vésicule gauche; *t*, intestin larvaire; 1, spicules des bras postérieurs naissants. Gross. 107 d.

11. La même larve vue par la face ventrale; *b*, enfoncement de l'ectoderme où va s'ouvrir la bouche. Gross. 107 d.

12. La même larve vue par son côté droit; *V*, face ventrale; *D*, face dorsale; *Lo*, lobe oral; *La*, lobe anal. Gross. 107 d.

13. Pluteus âgé de dix jours; *a*, blastopore qui est devenu l'anus; *f*, œsophage; *d*, estomac; *g*, intestin. Gross. 107 d.

PLANCHE XXIV.

Dorocidaris papillata.

Fig. 1. Pluteus de quatorze jours; *b*, bouche; *a*, anus; *f*, œsophage; *d*, estomac; *g*, intestin; *vd*, vésicule droite; *vg*, vésicule gauche; 1, bras postérieurs; 2, spicules des bras antérieurs. Gross. 115 d.

2. Face dorsale d'un pluteus de quinze jours; mêmes lettres. *pd*, pore dorsal. Gross. 115 d.

3. Pluteus de trente jours; 2, bras antérieurs; *m*, cellules mésodermiques. On voit sur l'œsophage des stries produites par les fibres contractiles circulaires. Gross. 115 d.

4. Le même vu de trois quarts; *Lo*, lobe oral; *La*, lobe anal.

5. Moitié gauche de la face dorsale d'un pluteus de trente-cinq jours; 3, mamelon indiquant la naissance d'un bras antéro-latéral; apparition du spicule correspondant; *pd*, pore dorsal. Gross. 115 d.

6. α Coupe (α , fig. 10); mêmes lettres que précédemment. Gross. 115 d.

7. β Coupe (β , fig. 10); *e*, ectoderme; *Lo*, lobe oral; *La*, lobe anal; les autres lettres comme précédemment. Gross. 115 d.

8. γ Coupe (γ , fig. 10); mêmes lettres; *m*, cellules mésodermiques. Gross., 115 d.

9. δ Coupe (δ , fig. 10); mêmes lettres. Gross. 115 d.

10. ω Coupe longitudinale suivant le plan de symétrie du pluteus (ω , fig. 8); mêmes lettres. Gross. 115 d.

11. Deux cellules mésodermiques vivantes. Gross. 385 d.

12. Deux amibes brun d'acajou du pluteus; ce sont eux qui produisent les mouchetures de la larve. Gross. 385 d.

PLANCHE XXV.

Dorocidaris papillata.

- FIG. 1. Pluteus âgé de deux mois ; 1, bras postérieurs ; 2, bras antérieurs ; 3, bras antéro-latéraux ; *q*, spicule naissant au sommet de la coupole ; *pd*, pore dorsal. Gross. 57 d.
2. Pluteus âgé de trois mois vu par la face dorsale ; mêmes lettres que précédemment ; 4, spicules des bras antéro-internes se réunissant en *k* ; *l'*, *l''*, lobes de la frange ciliée. Gross. 115 d.
3. Le même renversé, la bouche en bas, pour montrer les lobes *l*, *l'*, *l''*. Gross. 65 d.
- 4, 6. Spicules naissants entourés de cellules mésodermiques globuleuses. Gross. 115 d.
5. Fragment d'un spicule des bras postérieurs montrant deux ramifications en train de s'accroître, entourées des mêmes éléments globuleux. Gross. 115 d.
7. Extrémité d'un spicule treillissé. Gross. 870 d.
8. Pluteus monstrueux de *Dorocidaris*, âgé de trente-six jours ; *æ*, bras supplémentaires. Gross. 57 d.
9. Pluteus monstrueux de *Dorocidaris*, âgé de trente-six jours ; *sp*, bras impair supplémentaire caractéristique des larves de *Spatangides*. Gross. 57 d.

PLANCHE XXVI.

Spatangus purpureus.

Lettres communes à toutes les figures de cette planche :

- | | |
|---|---|
| <i>M</i> , madréporite. | <i>mg</i> , membrane qui relie les quatre glandes génitales. |
| <i>am</i> , plaque calcaire, droite, sous-apicale ou apophyse madréporique. | <i>d</i> , lambeau du diverticulum. |
| <i>pl</i> , plaque calcaire, gauche, sous-apicale. | <i>æ</i> , lambeau de l'extrémité buccale de l'œsophage. |
| <i>pa</i> , pores aquifères. | <i>va</i> , canal aquifère ramifié. |
| <i>pg</i> , pores génitaux. | <i>cg</i> , canal glandulaire. |
| <i>ov</i> , glande ovoïde. | <i>av</i> , anneau lacunaire dépendant du système lacunaire viscéral. |
| <i>p</i> , processus glandulaire. | <i>lr</i> , lacunes radiales. |
| <i>sp</i> , tissu spongieux. | <i>vi</i> , branche venant de la lacune marginale interne (branche de communication de Hoffmann). |
| <i>c'</i> , canal annexe. | <i>va'</i> , canal onduleux. |
| <i>c</i> , tube aquifère. | <i>aa'</i> , anneau ambulacraire. |
| <i>e</i> , espace sous-madréporique. | <i>aq'</i> , vaisseaux ambulacraires. |
| <i>lg</i> , réseau lacunaire destiné aux glandes génitales. | |
| <i>l</i> , réseau lacunaire creusé dans les parois de la glande ovoïde. | |

- FIG. 1. Pôle apical du *Spt. purpureus* vu par sa face interne; la membrane *mg*, qui relie les glandes génitales, a été fendue pour montrer les plaques sous-apicales. Gross. 1,5 d.
2. Cette préparation diffère de la précédente en ce que la membrane *mg* a été laissée en place et la glande ovoïde retournée.
 3. Schema montrant, chez le *Spt. purpureus*, les annexes du madréporite, la partie centrale du système lacunaire viscéral et la séparation des deux parties du système dit aquifère chez les Oursins réguliers; les anneaux péri-buccaux ont été rabattus vers le haut de la planche autour le *xy*; α , région dans laquelle le canal glandulaire existe seul.
 - 4, 5. Parties gauche et droite des anneaux péri-buccaux, injectés. Gross. 2 d.
 6. Coupe suivant (α , fig. 16). Gross. 6 d.
 7. Coupe suivant (β , fig. 16). Gross. 6 d.
 8. Coupe transversale passant par l'extrémité de l'apophyse madréporique. Gross. 6 d.
 9. Coupe suivant (δ , fig. 1); *g*, commencement du tissu de la glande ovoïde. Gross. 25 d.
 10. Portion d'une coupe transversale dans la région apicale de la glande ovoïde pour montrer le tube aquifère *c*. Gross. 25 d.
 11. Portion d'une coupe plus rapprochée de l'extrémité adorale de la glande; le tube aquifère *c* se transforme en canal ramifié *va*. Gross. 25 d.
 12. Coupe transversale de la glande ovoïde dans la région où le tube aquifère proprement dit est entièrement remplacé par le canal aquifère ramifié *va c'*, cavité de la glande.
 13. Coupe du soi-disant canal du sable des auteurs, suivant (γ), fig. 3).
Nota. — Les coupes 10, 11, 12, 13, ont été faites sur des pièces préalablement injectées par la lacune marginale interne.
 14. Partie d'une coupe transversale menée tout près de l'extrémité de l'apophyse madréporique pour montrer les deux canaux *c*, *c'*. Gross. 65 d.
 15. Détail de la coupe (8); les deux canaux *c*, *c'* communiquent. Gross. 65 d.
 16. Lames calcaires sous-apicales. Gross. 1 d.
 17. Schéma des annexes du madréporite, des parties centrales du système lacunaire viscéral et du système aquifère chez le *Dorocidaris*; *aa*, anneau aquifère; *aq*, vaisseaux aquifères; *lph*, lacunes pharyngiennes.
-

SECONDE THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

ZOOLOGIE. — De l'encéphale, sa comparaison dans les Vertébrés.

BOTANIQUE. — Structure de la feuille.

GÉOLOGIE. — Principaux horizons tertiaires caractérisés par des Échinides.

Vu et approuvé :

Paris, le 7 décembre 1887.

LE DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES,

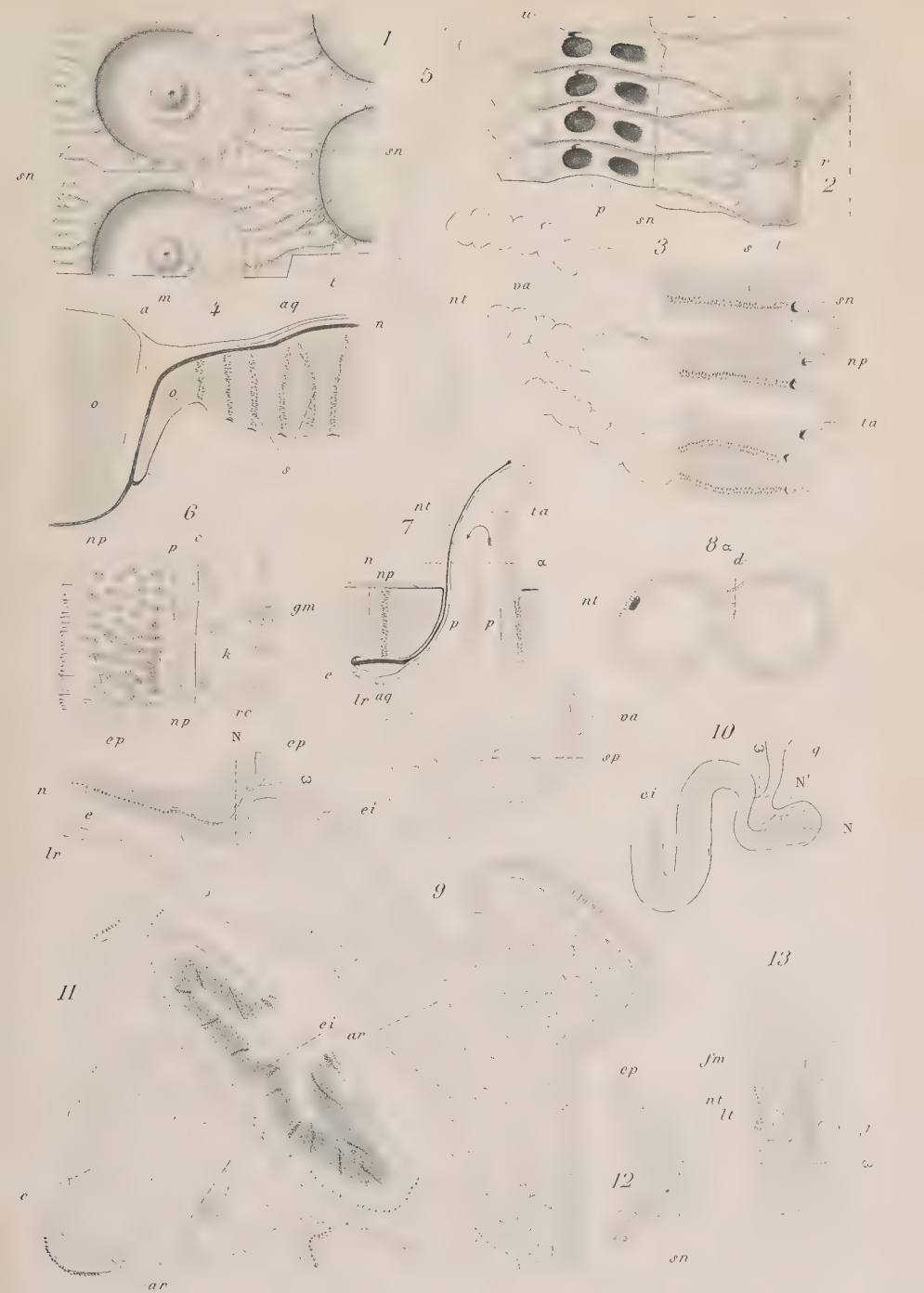
ED. HÉBERT.

Vu et permis d'imprimer :

Paris, le 7 décembre 1887.

LE VICE-RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,

GRÉARD.



.Prouty del.

Prouty sc.

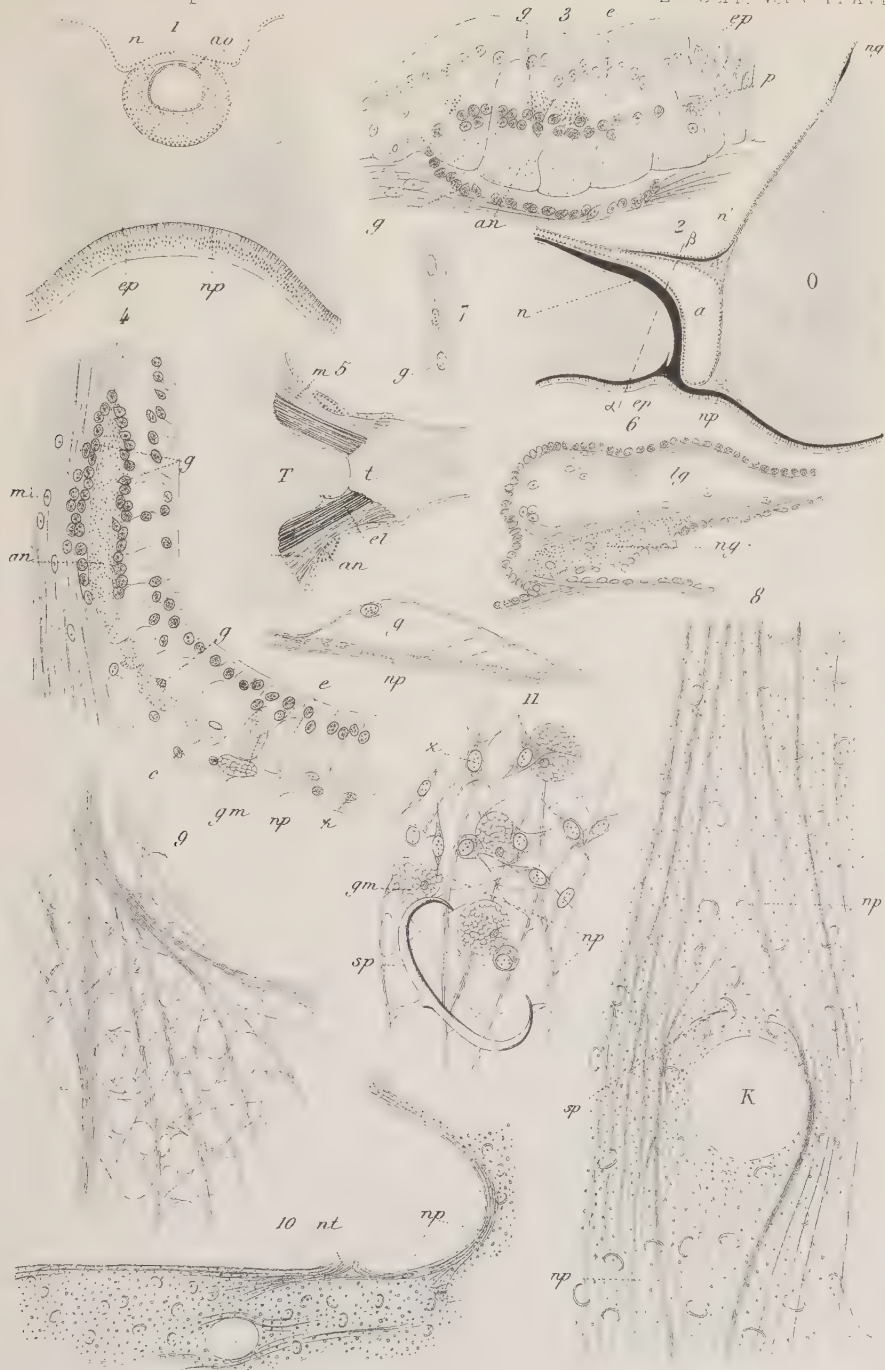
DOROCIDARIS PAPILLATA



H. Prunier del.

Dufour, sc.

LOBOSAURUS PATULA

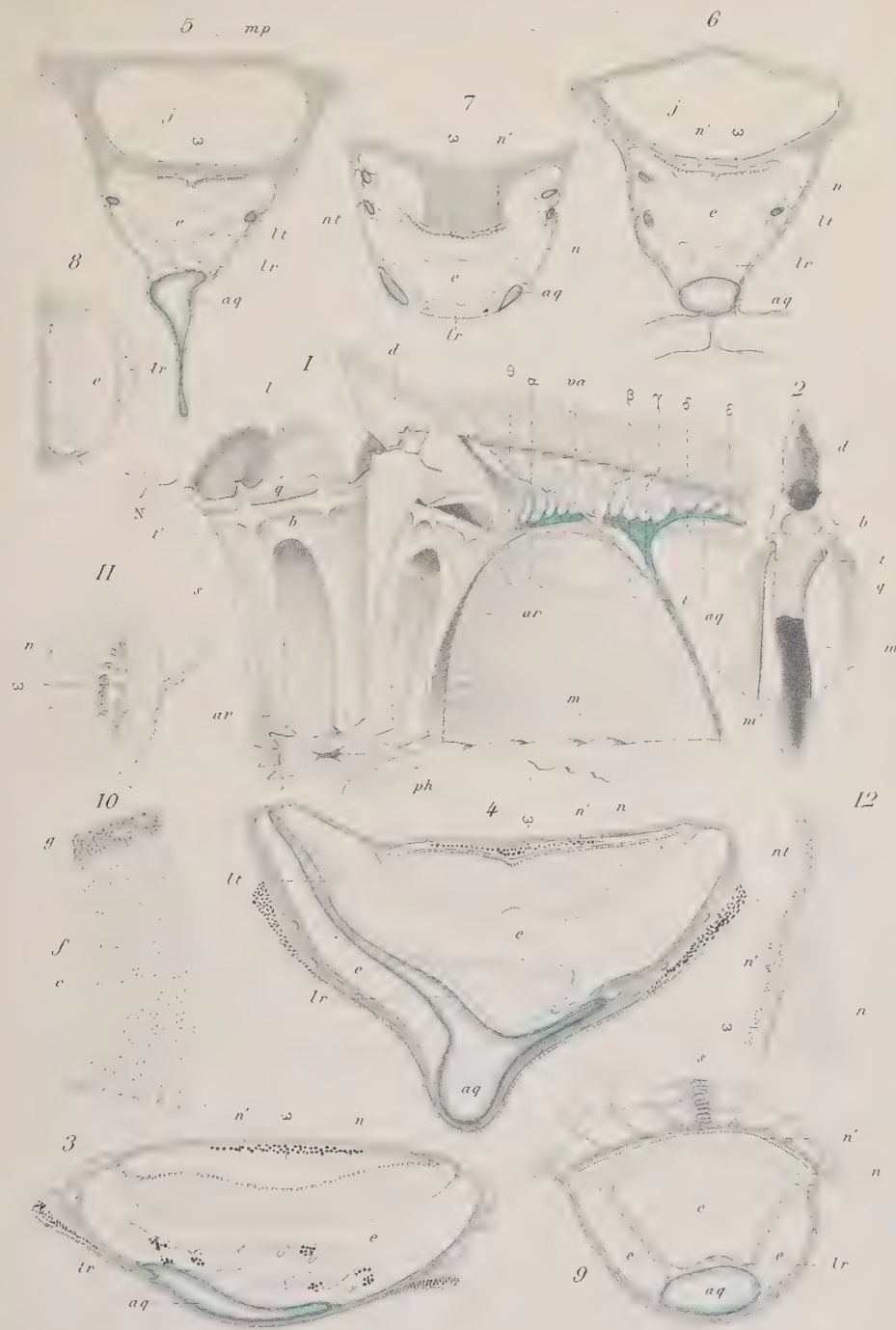


H. Prouho del.

K

Dufour. sc

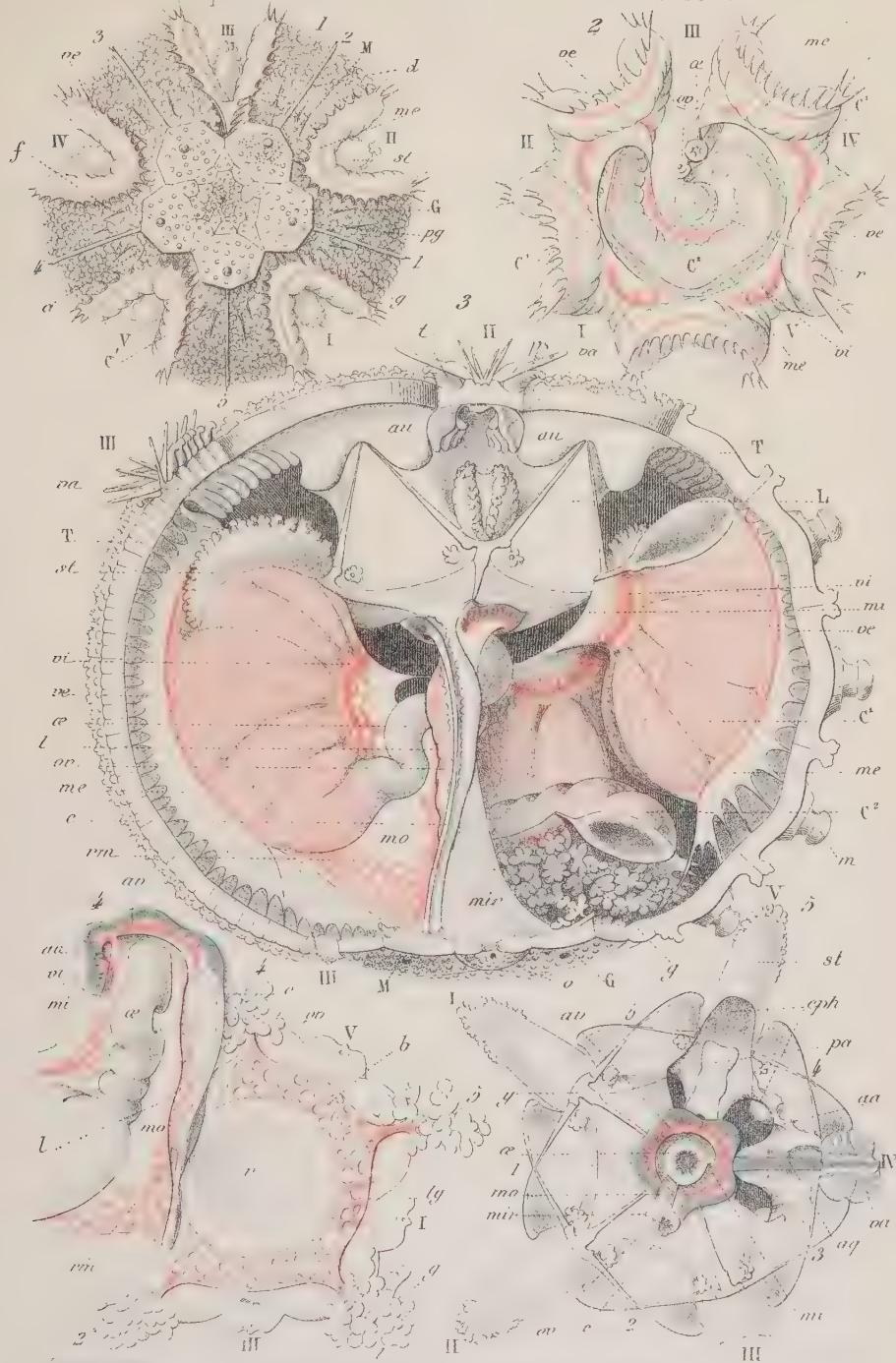
ECHINUS ACUTUS



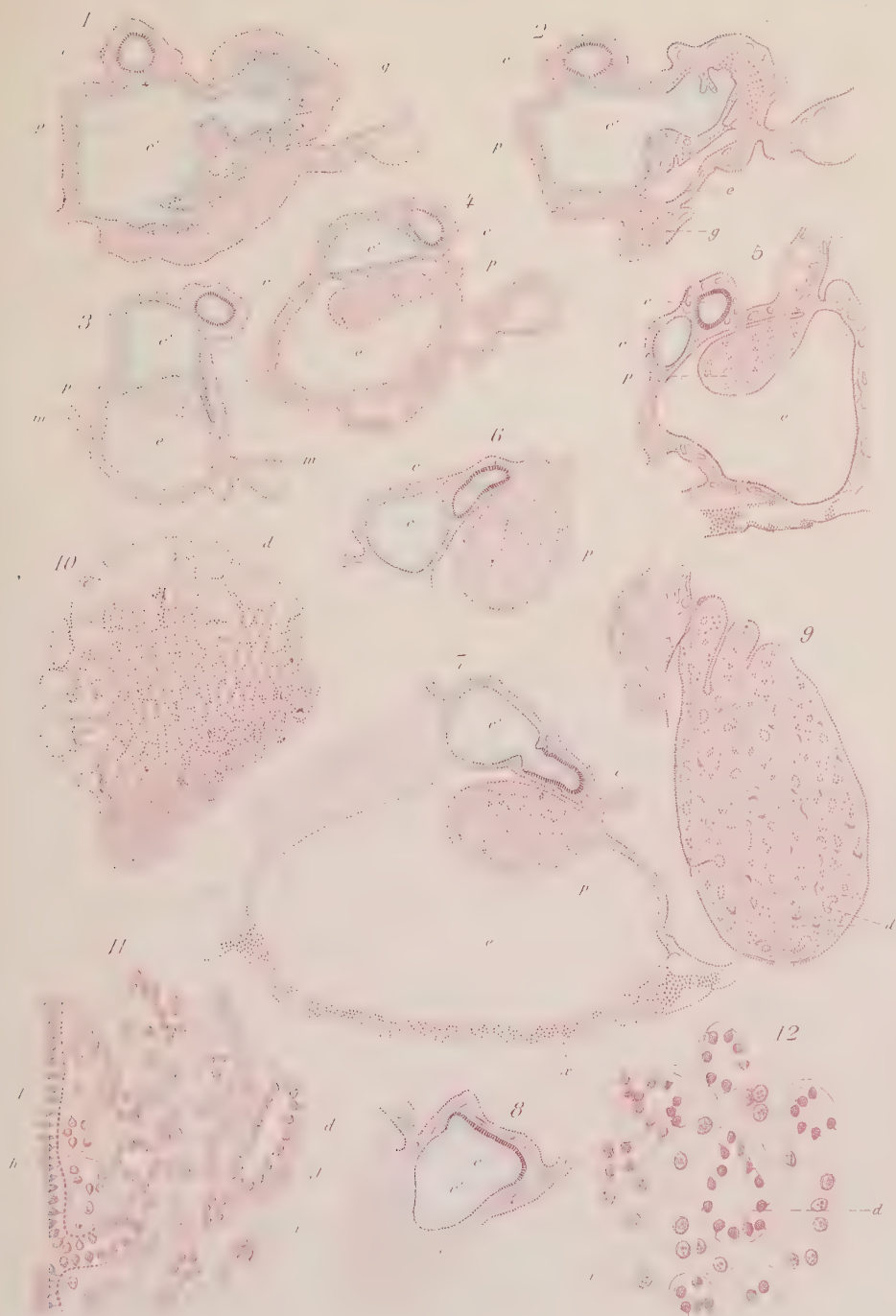
H.P. del.

Pierre sc.

DOROCIDARIS PAPILLATA



PTERODACTYLUS PAPILLATA



H. Prouho del.

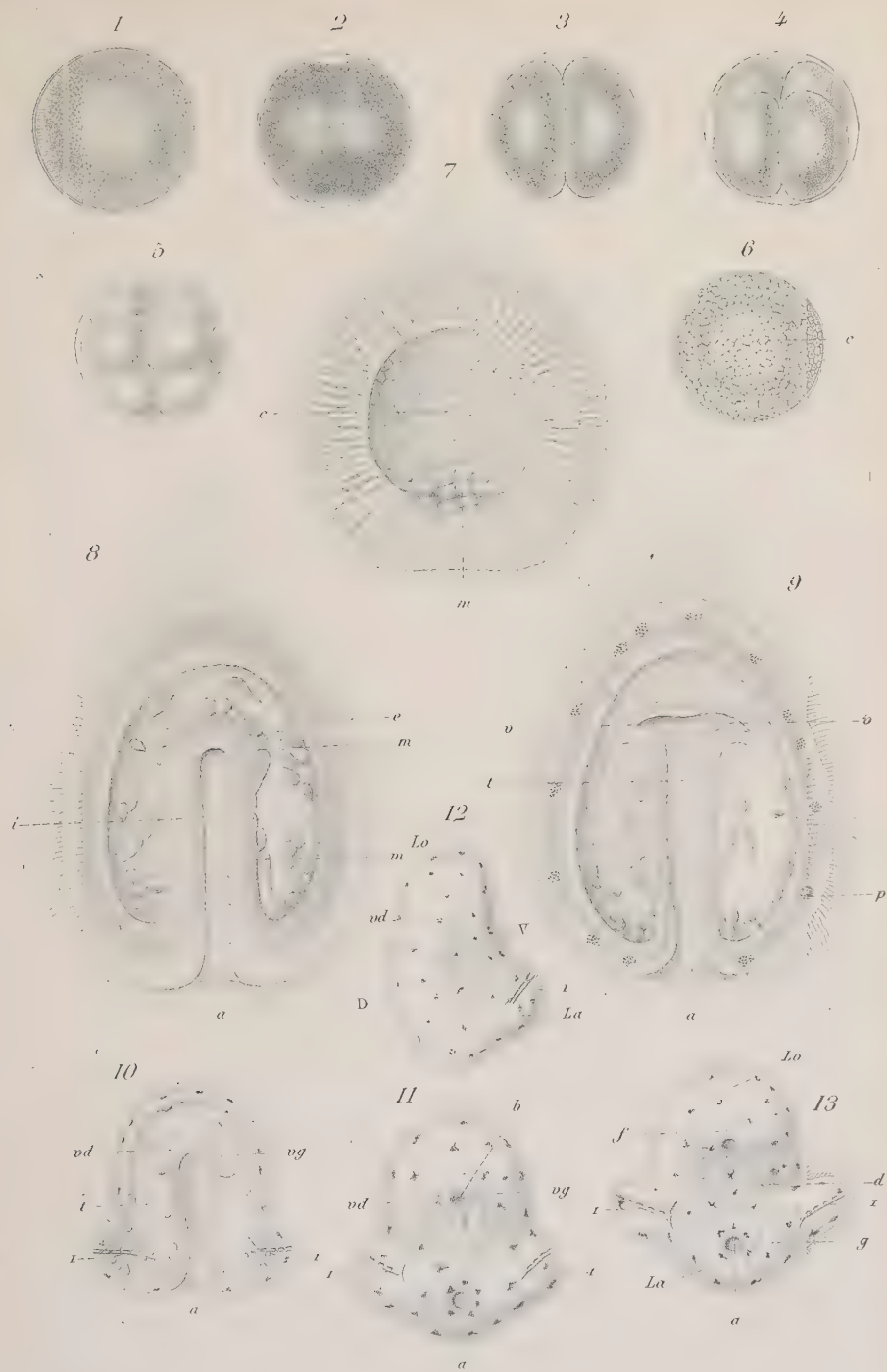
Pierre sc.



STRIGILIVIDUS

H. Proulx. do.

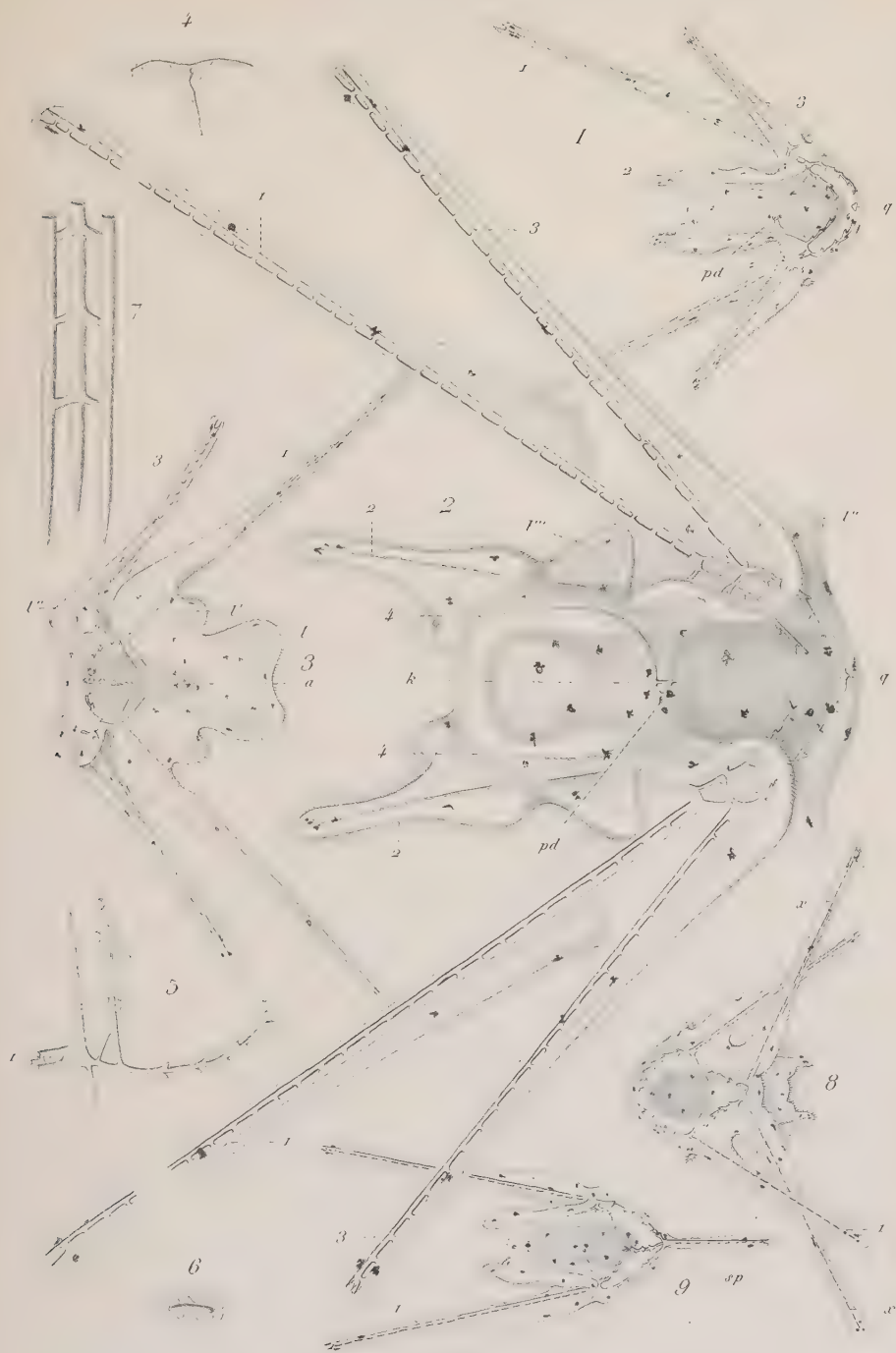
Dufour. sc.



H.P. del.

Pierre sc.

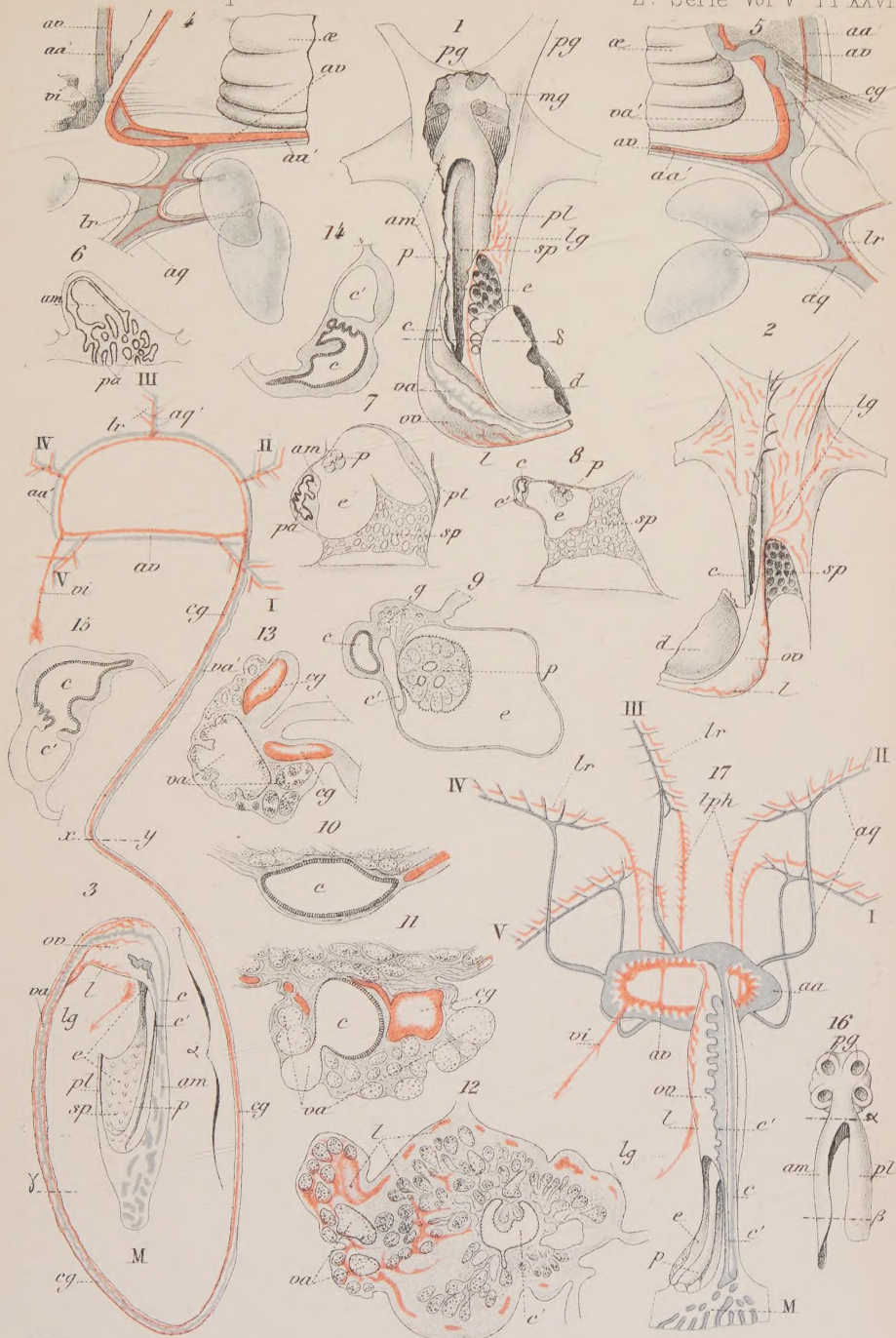
DOROCIDARIS PAPILLATA



H.P. del.

Pierre sc.

DOROCIDARIS PAPILLATA



H. Prouho. del.

SPATANGUS PURPUREUS

Dufour sc.

